Beiträge

zur

Boden-Untersuchung.

DISSERTATION

zur

Erlangung der Philosophischen Doctorwürde

bei der

GEORG AUGUSTS UNIVERSITÄT

zu Göttingen

von

Albert Orth,

aus Lengefeld bei Corbach im Fürstenthum Waldeck.

„Wissenschaftliche Kenntniss der Pflanzenkultur kann daher nicht ohne Physiologie, diese nicht ohne allgemeine Meteorologie und Chemie bestehen. Die Pflanze ist an den Boden geheftet. Es ist nicht genug, die Grunderden zu kennen, aus welchen dieser oder jener Boden zusammengesetzt ist; nein, wir müssen auch das Verhältniss wissen, welches zwischen diesen Grunderden und den Bestandtheilen der Gewächse stattfindet"

(A. v. Humboldt in der Einleitung zu: Ingenhousz, über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens. Leipzig 1798.)

BERLIN.

Druck von J. Draeger's Buchdruckerei (C. Feicht).

—

1868.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544702_0121

Seinem theuren Vater

in dankbarer Erinnerung

gewidmet

Albert Orth.

Im Jahre 1789 erschien zu Erlangen ein Werk: »Der Feldbau, chemisch untersucht, um ihn zu seiner letzten Vollkommenheit zu erheben,« von Christoph Albrecht Rückert, Hofapotheker zu Ingelfingen, in welchem an verschiedenen Stellen folgende Ansichten und Sätze aufgestellt sind:

1) Die Kenntniss der Bestandtheile der Pflanzen, der Dungmittel etc. bahnt allein dem Oekonomen den Weg zur Erkenntniss; ohne dieses Wissen kann die Landwirthschaft keine Wissenschaft genannt werden; empirisches Wissen hilft Nichts, bringt nur Schaden, keinen Gewinn (Vorrede S. XVI).

2) Das, woraus die Pflanzen bestehen, kann auch ihr Wachsthum befördern (S. 4).

3) Die Pflanzen ergeben in 100 Theilen 8—20 Theile ausgeglühte Asche, worin 2—3 Theile Salze, im Uebrigen Erde enthalten sind (S. 5).

4) Die Fäulniss scheidet aus Erde, aus Pflanzen oder animalischen Körpern Salze aus, »welche zur Nahrung mehrerer Gewächse sehr geschickt sind.« Sie werden dadurch nicht erzeugt. (S. 213. Anmerk. 41. und S. 214. Anmerk. 42.)

5) Die Erde ist diejenige Substanz, aus der die unentbehrlichsten Theile der Gewächse gebildet werden. Ihr Dasein ergiebt Frucht-, ihr Mangel Unfruchtbarkeit (Vorrede S. X).

6) Das Wasser löst aus der Erde die Bestandtheile der Gewächse auf und führt sie in die Pflanzen über. Die Quell- und Flusswasser, welche allezeit solche Erdarten führen, geben uns ausser der täglichen chemischen Erfahrung den Beweis der Möglichkeit, die in den Pflanzen vorzufindenden Erdarten aber den der Wirklichkeit (Vorrede S. X).

7) »Auch den besten Feldern ist ein Ersatz desjenigen, was sie jährlich durch den Anbau verloren haben, ein Ersatz der ihre Frucht-

barkeit schaffenden Erdarten allezeit nöthig; geschehe er nun durch Mist oder Erdarten oder salzigt metallische Düngungen.« (S. 117.)

Nach Rückert erhält demnach die Pflanze die Nährstoffe des Bodens durch die Vermittlung des sie auflösenden Wassers; die Nährstoffe erzeugen sich in der Pflanze nicht, sondern gelangen von aussen in die Pflanze. Die unentbehrlichsten Substanzen, woraus die Pflanze sich aufbaut, sind Salze und Erdarten und auch auf den besten Feldern ist für den Verlust durch den Anbau ein Ersatz derselben erforderlich. Durch die Fäulniss gehen aus vegetabilischen und thierischen Stoffen diese Salze hervor. Es ist offenbar, dass in diesen Sätzen bereits manche hervorragende Wahrheiten enthalten sind und dass damit eine gute Grundlage für die Erforschung der Gesetze des Landbaues gewonnen war, wenn nur die damalige Naturwissenschaft den Beweis dafür hätte liefern können. Vergleicht man aber mit diesen Sätzen die Ansichten, welche in der zunächst folgenden Zeit aufgestellt wurden, so ist ein bedeutender Rückschritt nicht zu verkennen. Die Idee, dass in der Pflanze sich gewisse Stoffe bilden, (analog der noch jetzt von Praktikern vertretenen Meinung, dass unter gewissen Verhältnissen Trespe ohne Saamenanlage oder aus Roggen entstehen soll, oder wie bestimmte Organismen ohne Ei oder Zellenanlage erzeugt werden sollen) verdrängte als eine generatio spontanea von chemischen Elementen die mitgetheilten Lehren und um so länger, als sie sich auf vermeintlich richtig angestellte Versuche stützte, und sogar Thaer, welcher auf die naturgesetzliche Grundlage des Ackerbaues ein so hohes Gewicht legte, bemerkte in seinen Grundsätzen der rationellen Landwirthschaft II, S. 96, dass die Kalkerde »täglich in den organischen Körpern erzeugt werde.« Thaer glaubt nur der von manchen Naturforschern vertretenen Ansicht entgegentreten zu müssen, dass sämmtliche Kalkerde ein Product der organischen Natur sei, indem auf den Urgebirgen auf einer Höhe, wo man keine Versteinerungen organischer Körper mehr findet, dennoch oft Kalksteine vorkommen.

Durch solche Aufstellungen war das Fundament für eine exacte wissenschaftliche Behandlung verloren gegangen und erst durch die Männer, welche um das Jahr 1840 den genauen experimentellen Nachweis führten, dass die Erzeugung von Elementen in der Pflanze

in das Gebiet der Fabel gehöre und dass ihre Entwicklung bestimmt an die Gegenwart gewisser Stoffe und Verbindungen geknüpft und ohne dieselben entweder kümmerlich sei oder ganz aufhöre, ist für die Naturwissenschaft in Beziehung auf Agrikultur der Boden gewonnen, worauf weiter gebaut werden konnte, für die Geschichte der Wissenschaften aber, und zwar ganz allgemein, sind diese Ermittlungen ein historisches Ereigniss, wodurch den dunklen und schwankenden Ansichten der Jahrhunderte ein fester, bestätigender oder berichtigender Abschluss gegeben wurde.

Es kam hinzu, dass ein genialer Chemiker es verstand, die bis dahin bekannten und andere von ihm selbst ermittelte Thatsachen mit Gewandtheit und Geist in ihrer Bedeutung für die Landwirthschaft zu verwerthen und ihre Wichtigkeit für die materielle Entwickelung nachzuweisen, (vergl. Liebig »die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie.« Erste Auflage 1840) und es wird begreiflich, wie sich die Aufmerksamkeit der Gebildeten auf diese Thatsachen richtete und eine Menge von jungen strebsamen Kräften sich bemühte, die neue Lehre weiter zu entwickeln und nutzbringend zu machen.

Unterscheidend zwischen denjenigen Bestandtheilen der Pflanze, welche beim Verbrennen in die Asche übergehen, und denjenigen, welche sich dabei verflüchtigen, fand man das hervorragende, ausgezeichnete Resultat, dass die Gegenwart der Aschenbestandtheile in dem die Wurzel umgebenden Medium die nothwendige Voraussetzung für das Wachsthum sei und dass die Atmosphäre direct oder indirect als die Quelle der nicht fixen Bestandtheile angesehn werden muss, vergass aber über der Frage nach dem Ersatze der mineralischen Nährstoffe und dessen Nothwendigkeit vielfach das gleichzeitige Erforderniss von anderen Bedingungen, welche für reiche Ernten wesentlich sind und unter verschiedenen Verhältnissen sehr abweichend sein können.

Sowie bei den Versuchen des chemischen Laboratoriums zur Erzielung von gewissen Erscheinungen, krystallisirten Verbindungen und dergleichen, ausser der Gegenwart der Stoffe noch andere Bedingungen, wie das Massenverhältniss der verschiedenen Stoffe, das Vorhandensein von Lösungsmitteln, wie Wasser, Alkohol, Aether u. s. w., äussere Beschaffenheit, Zertheilung, Temperatur, Druck

u. s. w. oft so bedeutsam sind, dass bei nur geringfügigen Abweichungen der gewünschte Effect nicht erzielt wird, so müssen auch bei der Erzielung von chemischen Producten durch die Vegetation sehr verschiedenartige Bedingungen des Wachsthums erfüllt sein, wie gewisse Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade von Luft und Boden, das Fehlen oder die Beseitigung von Verbindungen, welche der Enwickelung der Gewächse nachtheilig sind, die Gegenwart von Lösungsmitteln, welche auf die Ueberführung der Nährstoffe in die Pflanzen hinwirken, und das Vorhandensein der Stoffe und Verbindungen, woraus die Pflanze sich aufbaut, kann nur als eine dieser Bedingungen bezeichnet werden. Das Fehlen solcher und gleich wesentlicher Bedingungen muss natürlich den Effect haben, dass die vorhandenen Pflanzennährstoffe nicht zur Wirksamkeit gelangen und für einen solchen Fall unnütz sind, und die Aufgabe ist dann nicht die, einseitig Verwendungen zur Erhöhung des Nährstoffcapitals zu machen, sondern vielmehr diejenigen Wachsthumsbedingungen herzustellen, wodurch die Nährstoffe erst verwerthbar werden für die Gewächse. Geschieht dies nicht und werden die Wachsthumsbedingungen nicht gleichmässig, sondern nur einseitig hergestellt, so müssen natürlich bedeutende wirthschaftliche Nachtheile die nothwendige Folge davon sein. Im nördlichen Hannover kaufte ein Rechtsanwalt, begeistert durch die Liebig'sche Lehre, 500 Morgen Sandboden und 500 Morgen Moorboden für einen sehr geringen Preis und liess kostbare Wirthschaftsgebäude errichten, in der Hoffnung, den Boden durch Salze fruchtbar machen zu können. Es ist bemerkenswerth, dass man nach vielen Versuchen auf die Anwendung von Thonmergel hingewiesen wurde und dadurch den besten Effect erzielte und dass die Anlage, nachdem 100,000 Thlr. zugesetzt waren, später für den Gebäudewerth verkauft werden musste. Und aus ähnlichen Ursachen schaden sich noch heute Hunderte von Landwirthen.

Derartige Fehler würden viel weniger gemacht sein, wenn mit der Untersuchung von Pflanze, Dünger und Pflanzenernährung eine exacte Prüfung des Bodens, seiner Eigenschaften und Bestandtheile Hand in Hand gegangen und nicht, veranlasst durch die Lehre der Chemie von der Allmacht der Mineralstoffe, ein gründliches, Studium des Bodens hintenangesetzt wäre. Es ist nichtzu leu gnen,

dass es dadurch dem jungen Landwirthe schwer gemacht ist, den rationellen Weg für die Wirthschafts-Organisation zu finden und einzuschlagen.

Die menschliche Gesellschaft besitzt an materiellen Dingen nichts Wichtigeres und Werthvolleres, als den Boden, es ist ihre Grundlage, die Voraussetzung ihrer Existenz, die Quelle ihres Reichthums und ihrer Kraft, und mit Grund bezeichnet ihn unsere Sprache in schöner poetischer Weise mit dem Ausdruck: Muttererde, sowie die alte Sage aus Steinen Menschen entstehen lässt. Vergleicht man aber mit dieser Bedeutung des Bodens die Zahl und den Werth der vorhandenen Untersuchungen, so muss man sagen, dass er von der Wissenschaft in auffallender Weise vernachlässigt ist. Diese Gleichgültigkeit ist erklärlich zu einer Zeit, in welcher die Bearbeitung des Feldes unbekümmert der niedrigsten Menschenclasse überlassen und der Grund und Boden im Verhältniss zur Zahl der Bewohner in grosser Menge vorhanden war, sie ist aber nicht mehr zu rechtfertigen zu einer Zeit, in welcher die Ausdehnung des productiven Bodens im Verhältniss zur steigenden Bevölkerung eine geringfügige ist. In der ersten Zeit der sich entwickelnden Wissenschaft, welche man speciell die Wissenschaft des 19. Jahrhunderts nennen könnte, als die ersten Grundlagen für eine chemische Prüfung des Bodens bekannt waren, war verhältnissmässig mehr Interesse für diese Anwendung der neuen Wissenschaft vorhanden und es ist bezeichnend, dass der Reformator unserer Landwirthschaft, Thaer, auf die Bodenuntersuchung ein Hauptgewicht legte und dass auf seine Veranlassung eine ganze Reihe von Analysen ausgeführt wurden, welche allerdings für die jetzigen Verhältnisse sehr einfach erscheinen, aber für die practische Beurtheilung noch immer hohen Werth besitzen, zumal Thaer die Bodenclassification darauf zu stützen suchte.

Schüblers classische Arbeiten über die physicalischen Eigenschaften des Bodens sind zu bekannt, als dass ich genauer darauf eingehen dürfte, und Sprenger hat mit unermüdlichem Fleisse und besonderer Vorliebe eine Menge von Bodenanalysen ausgeführt, die aber bei den damaligen Untersuchungsmethoden nicht den nöthigen Grad von Genauigkeit erhalten konnten. Im Jahre 1833 stellte Lampadius mit »besonderer Rücksicht auf Herrn Dr. Sprengels

neuere Analysen der Pflanzen und Bodenarten« und »mit Rücksicht auf die chemische Constitution des Bodens« »mineralische Düngmittel« her und empfahl für den erzgebirgischen Gneissboden als »Düngsalz für 1000 Pfd. Weizenkörner« die Composition von

Feine Knochenasche . . .	13	Pfund	10	Loth
Gemahlenen Gyps	3	„	17	„
Kochsalz	1	„	21	„
Soda	10	„	—	„
Pottasche	4	„	—	„
	32	Pfund	16	Loth.

In Folge der grossartigen Anregung durch die Liebig'schen Arbeiten und der dadurch gewonnenen tieferen Einsicht in die Bedeutung und Nothwendigkeit der mineralischen Pflanzennährstoffe wurde Mitte der vierziger Jahre vom preussischen Landesökonomiecollegium beschlossen, den Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen und die Erschöpfbarkeit durch die Cultur durch tüchtige Chemiker genau feststellen zu lassen. So ehrenhaft dieser Beschluss, durch die chemische Analyse zuverlässige Beiträge zur Lösung dieser wichtigsten Frage der Bodencultur zu gewinnen, für das Collegium gewesen ist, so sehr ist zu beklagen, dass die Ausführung diesem in keiner Weise entsprochen hat. Es war bestimmt, dass die chemische Untersuchung jeder der zu prüfenden Bodenarten dreimal (von 3 verschiedenen Chemikern) ausgeführt und der Gehalt vor und nach einer mehrjährigen Rapsernte und Erbsenernte (ohne Düngung) bestimmt werden solle. Die von den verschiedenen Chemikern eingesandten Analysen wurden an Professor Magnus zur Zusammenstellung übergeben und von demselben in den preussischen Annalen der Landwirthschaft im Jahre 1849 veröffentlicht. Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich nun eine derartige Differenz in den verschiedenen Analysen desselben Bodens und zwar hinsichtlich der wichtigsten Bestandtheile, dass es schwer ist, dieselben zu erklären. Man findet z. B. bei demselben Boden nebeneinanderstehend folgende procentische Angaben:

Kohlenstoff . . . . 2,360 — 0,013 — 2,850.

Verhältniss:
1 : 219.

Stickstoff . . . . . 0,432 — fehlt — 0,272.
Phosphorsäure . . Spur — 1,028 — 0,009.

Verhältniss:
114 : 1.

bei einem andern Boden:

Phosphorsäure . . 0,004 — 0,418 — 0,071.

Verhältniss:
1 : 102.

Kali . . . . . 1,155 — fehlt — 1,456.
Natron . . . . . 0,520 — fehlt — 0,627.

Selbst bei bekannterweise sehr accurat arbeitenden Analytikern finden sich nebeneinander folgende Zahlen:

Kohlenstoff . . . . 1,03 — 2,92 — 3,010.
Schwefelsäure . . 0,004 — 0,097 — 0,068.
Phosphorsäure . . 0,026 — 0,54 — 0,230.

Verhältniss:
1 : 20.

Durch derartige Zusammenstellungen in einem für den Land- und Volkswirth bestimmten Journale, bei denen die schlechte Analyse von der guten nicht getrennt und dieser als gleichwerthig an die Seite gesetzt ist und welche auf eine ungenügende Mengung der Bodenarten und grosse Verschiedenheit der übersandten Materialien hinweisen, konnten die grossen und wichtigen Bestrebungen des Landesökonomiecollegiums begreiflich nicht realisirt werden nnd die nothwendige Folge musste sein, dass der denkende Landwirth einen Schrecken davor bekam, dass die Naturwissenschaft und speciell die Chemie auf diese höchsten Schätze der Gesellschaft in Anwendung gebracht werde und Anhaltspunkte, entscheidende Normen für den praktischen Betrieb abzugeben berufen sei. In der Weise, wie diese Zahlen veröffentlicht sind, mussten sie die Bodenanalyse vollständig in Misscredit bringen und den Landwirth davor warnen, der Begründung der gegenwärtigen und nachhaltigen Fruchtbarkeit durch die Bodenanalyse irgendwie Vertrauen zu schenken. Und dies ist hinreichend geschehen, der Landwirth ist zu der Annahme gelangt, dass er von der Chemie hinsichtlich des Bodens keine Hülfe zu erwarten habe, ja was noch schlimmer ist, die Analyse wurde zu einem Gegenstande des Witzes und Spottes und auf einem Gute

wurde mir mitgetheilt, man habe nach sechsjährigem Erbsenanbau ohne Düngung durch die Analyse mehr Pflanzennährstoffe als vor dem Anbau im Boden gefunden. Solche Resultate weisen mit Entschiedenheit darauf hin, wie nothwendig es ist, bei jeder derartigen Frage, welche an die Natur gerichtet wird, vorher zu prüfen, ob es bei den gegenwärtigen wissenschaftlichen Hülfsmitteln gestattet ist, eine genaue und sichere Antwort zu erwarten. Es ist gewiss, dass die durch eine Erbsenernte bewirkte Entnahme von Phosphorsäure und Kali durch die Bodenanalyse vor der Aussaat und nach der Ernte nicht sicher constatirt werden kann, zumal der Nachweis unmöglich ist, welche Stoffe der Oberkrume, welche dem Untergrunde entzogen und wie viel durch die Wurzelrückstände aus dem Untergrunde in die Oberkrume deplacirt sind.

Obwohl nun in der neueren Zeit verschiedene Agrikulturchemiker, unter Anderen Stöckhardt in Tharandt, wiederholt und in motivirter Weise auf den Werth und die Nothwendigkeit genauer Bodenuntersuchungen hingewiesen, so wird doch gegenwärtig, veranlasst durch die Ergebnisse, wie sie vorher geschildert sind, durch eine gewisse einseitige Beurtheilungsweise und dem entsprechend auch einseitige Behandlung auf diese Bestrebungen nicht der Werth gelegt, worauf sie gerechten Anspruch machen können, und in demselben Grade, als sich die Prüfungsmethoden vervollkommnet haben, ist bei den Meisten das Interesse dafür verloren gegangen. Es hat den Anschein, als ob die Bodenkunde in der Naturwissenschaft eine Ausnahmestellung einnehmen und von den Fortschritten der Wissenschaft nicht den Nutzen haben sollte, als andere Theile dieses Gebiets. Die Bemerkung Trommers in seinem 1857 erschienenen Handbuche der Bodenkunde: »Eine genaue chemische Analyse ist sehr schwierig und unsicher und erfordert neben einer manuellen Geschicklichkeit viel Geduld und Ausdauer, sie hat auch für die Praxis nicht den Nutzen, den man davon geträumt,« bezeichnet diesen Standpunkt hinsichtlich der chemischen Bodenuntersuchung. Sie drückt zugleich die hohen Erwartungen aus, welche man, durch die sogenannte Mineraltheorie bestochen, darauf gesetzt hat, indem die chemische Bodenanalyse ohne Weiteres zu einem einfachen und vergleichbaren Maasstabe für die Fruchtbarkeit gemacht werden sollte, welchen sie bei der Mannigfaltigkeit der übrigen in Betracht

kommenden Factoren einseitig niemals abgeben kann. Die Täuschung dieser hoch gespannten Voraussetzungen ist dadurch in das directe Gegentheil, in Interesselosigkeit, umgeschlagen und man findet vielfach eine solche Vernachlässigung der Bodenprüfung und eine solche Unkenntniss hinsichtlich seiner Bestandtheile, dass grosse wirthschaftliche Nachtheile oft die nothwendige Folge davon sein müssen. Und dass dies auch auf die Lehre und das Studium Einfluss genug gehabt hat, hat sich bei den sogenannten »studirten« Landwirthen oft genug gezeigt und sowohl den Unterricht als die Studien hat man von einer gewissen einseitigen Richtung nicht frei sprechen können. Niemand wird dem Schatze von Kenntnissen, welcher auf der Akademie oder Universität erworben ist, seine Anerkennung versagen können und jeder Gebildete wird zugeben, dass die grössten Fortschritte, welche in der Kunst des Ackerbaues und der Viehzucht gemacht werden können, gerade von der fortschreitenden Kenntniss der bezüglichen Naturerscheinungen und Gesetze und ihrer Anwendung zu erwarten sind. Wird aber die Naturwissenschaft nur bruchstückweise und lückenhaft betrieben, so dass ein halbes Wissen daraus hervorgeht, so ist dies gewiss kein Fehler der Wissenschaft und begründet keinen Vorwurf für dieselbe, es ist vielmehr ein Vorwurf für die »Praxis.« Nur zu oft hat sich einem die Erfahrung aufgedrängt, dass in Folge dieser »Praxis« das Auge durch eine Menge von Vorurtheilen getrübt und das Urtheil nicht unbefangen geblieben ist und dass z. B. gerade die Kenntniss des Bodens, seiner Bestandtheile und Eigenschaften enorm vernachlässigt ist, und dass auf die Bodenuntersuchung nicht der geringste Werth gelegt, ihre hohe Bedeutung verkannt wird. Beispielsweise fand ich, dass ein Landwirth, obwohl er schon fast selbstständig wirthschaftete und »in Heidelberg studirt« hatte, doch Granit von Basalt nicht zu unterscheiden vermochte und die Grundlage seines Bodens irrthümlich für Granit ausgab, welcher Basalt und Sandstein war. Ein anderer erfuhr bei der Untersuchung eines Gutes, welches er pachten wollte und pachtete, durch die oberflächlichste Prüfung genug, war hinreichend unterrichtet, als er im Januar bei Schneegestöber eine Stunde lang im Felde herumgefahren war (Thatsache), den Spaten aber, um die Beschaffenheit und Tiefe von Oberkrume und Untergrund genau kennen zu lernen,

kannte oder würdigte er nicht. Und ist er dann bei solcher Unkenntniss dazu berufen, einen Wirthschaftsbetrieb neu einzurichten, so versteht er es am wenigsten, die Wirthschaftsorganisation und das Capital zu Boden, Klima und Verkehrsverhältnissen in das richtigste Verhältniss zu setzen. Und je wichtiger es bei der Concurrenz der Neuzeit ist, im Landbau alle Hülfsmittel der Wissenschaft und Erfahrung sich zu Nutze zu machen und je entschiedener dies auf eine gründliche, wissenschaftliche und practische Ausbildung, auf eine gute Lehrzeit in Praxis und Wissenschaft hinweist, um so mehr ist vor Einseitigkeit, um der Praxis willen, zu warnen. Ausgerüstet mit diesen Hülfsmitteln, wird der Landwirth im Stande sein, die Naturwissenschaft auf den landwirthschaftlichen Betrieb in Anwendung zu bringen und aus der Capitalanlage einen möglichst hohen Reinertrag zu erzielen. An der richtigen oder falschen Beurtheilung des Bodens hängt das Glück oder Unglück des Landwirthes. Der Staat aber hat die Verpflichtung, durch die Vertreter der Wissenschaft die Materialien zusammentragen zu lassen, wodurch es dem Einzelnen erleichtert wird, die Schätze des Bodens möglichst hoch auszunutzen.

Der Zweck dieser Zeilen ist, einige Beiträge zur Bodenuntersuchung zu liefern und dadurch auf Bedeutsamkeit und Methode hinzuweisen. Ein hoher Lohn würde es sein, wenn ich dadurch nur etwas mehr Interesse dafür erwecken und dazu mitwirken könnte, die Differenzen und das Misstrauen zwischen Wissenschaft und Praxis zu beseitigen und beide zu versöhnen. Wie auf keinem andern Gebiete, gehört es hier zu den nothwendigen Erfordernissen für den Fortschritt: Mit vereinten Kräften zu arbeiten.

Die Arbeit wird sich naturgemäss in zwei Abschnitte theilen und der erste von dem Werthe der Bodenuntersuchungen handeln, der zweite einige Beiträge zu der Methode derselben bringen. Als Anhang folgt eine kurze Untersuchung des Saale - Lehm - Bodens aus dem Bezirke der stärkeren Strömung bei Halle.

Ich habe Entdeckungen oder wissenschaftliche Resultate verdienter Männer in den Bereich der Erörterungen ziehen müssen und ist dies nur im Interesse der Sache geschehen, der wir ja alle zu dienen bestrebt sind, und in der Absicht, dadurch zu klären und zu nützen.

Wenn einzelne Objecte und Erscheinungen mehrfach und an verschiedenen Stellen berührt worden sind, so kann ich nur sagen, dass das Verwickelte der Wirkung mancher Verbindungen und der Erklärung mancher Erscheinungen nothwendig Anknüpfungen an verschiedenen Stellen zur Folge haben musste.

Dem Vorstande des landwirthschaftlichen Instituts zu Halle, Herrn Professor Dr. Kühn daselbst, fühle ich mich gedrungen, für die liebenswürdige Freundlichkeit, womit er mir die Benutzung des landwirthschaftlich-physiologischen Laboratoriums gestattete, hierdurch meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Erster Abschnitt.

Der Werth der Bodenuntersuchung.

Als Gegenstände, welche man beim Bonitiren des Bodens anzuwenden pflegt, kommen hauptsächlich in Betracht:

1. ein Spaten,
2. ein Fläschchen mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure.

und als für viele Bodenarten zweckmässig

3. ein Erdbohrer.

Der Boniteur untersucht, um dies kurz zusammenzustellen und den practisch landwirthschaftlichen Weg anzudeuten, Oberkrume und Untergrund nach Beschaffenheit und Räumlichkeit. Der Bruch und die Krümelung geben ihm einen Anhalt für das Verhältniss von seinen erdigen Theilen zu Sand, Kies oder Grus.

Die Farbe des Bodens und Untergrundes deutet auf den Gehalt an Humus, die Tiefe der cultivirten und humushaltigen Schicht und die verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens.

Kalkpflanzen, wie Cichorie, Hauhechel, Luzerne, Esparsette und andere weisen auf einen gewissen Kalkgehalt der Oberkrume und des Untergrundes hin und durch Aufgiessen von Salzsäure wird derselbe genauer ermittelt.

Andere Gewächse wie das Borstengras (Nardus stricta), der kleine Sauerampfer (Rumex acetosella), gewisse Carex, Juncus und Equisetumarten lassen, einzeln oder in grösserer Menge vorkommend, Säureo der Nässe errathen, was sich durch die Farbe

ebenfalls meist ausdrückt, und lassen schliessen, ob die Anwendung von Drainage, oder Kalk und Mergel, oder beides zusammen und nach einander einen günstigen Effect haben werde, wobei zu berücksichtigen ist, ob Formationen in der Nähe sind, welche Ziegelthon, Kalk, Mergel u. s. w. liefern können.

Der Ursprung des Bodens, ob primitiv oder angeschwemmt, ob aus Basalt, Muschelkalk, Glimmerschiefer, Quadersandstein u. s. w. entstanden, ob durch Bäche aus Wäldern oder unterhalb von Ortschaften oder durch Flüsse oder durch Meereswellen angeschwemmt u. s. w., giebt einigen Anhalt für die Menge von mineralischen Nährstoffen und die Löslichkeit derselben.

Die Beschaffenheit des Untergrundes lässt erkennen, ob derselbe für Wasser und Pflanzenwurzeln durchdringlich oder ob er dem einen oder beiden einen Widerstand entgegensetzt und gewisse Nährstoffe enthält, welche daselbst von einigen Kulturgewächsen vorausgesetzt werden.

Die Lage des Bodens ist zu beachten betreff der climatischen Verhältnisse, Regenfall, Trockniss, Kälte, Schnee, Häufigkeit von Pflanzenkrankheiten u. dergl.

Der Boniteur sucht ferner sein Urtheil durch Vegetation und historische Nachrichten zu controlliren und ist auf diese Weise im Stande, ein motivirtes Gutachten über den Werth des Bodens für den Pflanzenbau abzugeben, welches je nach seiner Uebung, Umsicht und Kenntniss des praktischen Betriebes mehr oder weniger Sicherheit bietet. Jedem Landwirthe ist nur zu rathen, in dieser Weise sein Auge möglichst zu üben, um in allen Lagen rasch orientirt zu sein. Sehr auffallen muss es aber, wenn gesagt wird, eine genaue wissenschaftliche Feststellung aller der angeführten Verhältnisse habe keinen oder wenig Werth. Es ist eine Nothwendigkeit, dass der naturwissenschaftlich gebildete Praktiker um so sicherer Anhaltspunkte bekommen muss, als die Schlussfolgerungen des Boniteurs bestätigt, aber auch beschränkt oder widerlegt werden können, und es sind Beispiele bekannt, bei denen der Boniteur auf eine weit höhere Bonitaet geschlossen hat, als durch das Pflanzenwachsthum irgendwie gerechtfertigt ist, in welchen Fällen aber nur eine genaue naturwissenschaftliche Untersuchung Aufschluss geben kann. Die reine Empirie muss einer tüchtigen

Praxis, welche zugleich mit allen naturwissenschaftlichen Hülfsmitteln ausgerüstet ist, nachstehen und der naturwissenschaftlich gebildete Praktiker vermag wissenschaftliche Aufschlüsse zu beachten oder zu verwerthen, deren Bedeutung von dem reinen Praktiker nicht erkannt werden kann. Die genaue Kenntniss der Rohmaterialien, woraus die organische Welt sich aufbaut, und derjenigen, welche schädlich sind, ferner der vegetabilischen und thierischen Organismen, welche der Nutzung dienen und von denen viele und in grosser Ausdehnung auch bekämpft werden müssen, also ein eingehendes bodenkundliches, botanisches und zoologisches Studium in seiner allgemeinsten Bedeutung und im Anschluss an die zugehörigen Hülfswissenschaften giebt die Mittel an die Hand, wodurch der »Kampf ums Dasein« am zuverlässigsten geführt, und die Waffen, wodurch den Feinden am besten nachgestellt werden kann. Derjenige aber, welcher nur wissenschaftlich gebildet und das Eigenthümliche practisch wirthschaftlicher Verhältnisse nicht durch eigene Anschauung oder eigene Uebung kennen gelernt hat, wird überhaupt nicht vermögen, solche wissenschaftliche Resultate mit Sicherheit für den praktischen Betrieb nutzbar zu machen, wobei stets die Verwendungen, welche sich bezahlt machen und Reinertrag bringen, von denen, welche dies nicht thun, scharf gesondert werden müssen. Betrachten wir zuerst

a) die mechanische oder Schlämmanalyse des Bodens.

Schon der oberflächlichste Blick belehrt über den Unterschied von Sandboden und Grusboden, und Lehm- oder Thonboden und bei einiger Aufmerksamkeit auf Bruch und Gefüge, auf den Strich und die Zerkrümelung können auch genauere Unterschiede als die genannten leicht gemacht werden. Das Auge des Landwirths wird dabei doch nicht selten getäuscht und um ein Beispiel anzuführen, so weiss ich, dass der Tertiärsandsteinboden zu Beberbeck im Reinhardswalde wegen des Gehalts an sehr feinkörnigem Sande wiederholt für einen Thonboden angesehen ist, obwohl er nur zu $^1/_3$ aus abschwemmbaren Bestandtheilen besteht. »Selbst der als einer der besseren und bündigeren Bodenarten bekannte Ackerboden des hohen Flämings enthält, nach einigen (durch Dr. Hellriegel) untersuchten Proben zu urtheilen, nur äusserst wenig Thon: seine

grössere Bündigkeit ist vorzugsweise der ausserordentlich (mikroskopisch) feinen Zertheilung des Quarzsandes, der seinen bei weitem vorwiegendsten Bestandtheil ausmacht, zuzuschreiben.« Ganz genaue Aufschlüsse wird man deshalb nur durch mechanische Hülfsmittel erreichen können. Man erfährt dadurch das Verhältniss von feinerdigen und gröberen Gemengtheilen und diese werden wiederum in verschiedene Abtheilungen getrennt, wodurch man im Stande ist, den Bestand in genauerer Weise zu untersuchen. Man wird bei den feinerdigen Gemengtheilen einen Anhalt dafür gewinnen, welche Stoffe mit dem Verwitterungsproducte des Feldspaths, der kieselsauren Thonerde oder dem eigentlichen Thon, in grösserer Menge vorkommen, wie fein zertheilter Glimmer oder Quarzstaub. Die gröberen Gemengtheile, welche nach ihrer Grösse in Grus, Kies oder Gerölle, groben und feinen Sand getrennt werden, lassen durch die Untersuchung erkennen, ob die Feinerde im Laufe der Zeit noch einen wesentlichen Zuschuss daraus zu erwarten hat oder nicht, z. B. durch die Verwitterung von Feldspath, von Augit- und Hornblendegesteinen, und gestatten sowohl den Schluss, welche mineralischen Pflanzennährstoffe dadurch für die zukünftigen Ernten aufgeschlossen werden, als auch, welche bereits daraus in die feinerdigen Theile übergegangen sein müssen. Beständig arbeitet die Natur auf Auflösung und Zersetzung hin, wo sich nur Verbindungen finden, welche von den Bestandtheilen der Luft und des Wassers angegriffen werden, sowohl hoch oben auf den granitischen Urgebirgen als in den kleinsten Räumen des Culturbodens, überall, dort wie hier, wird Pflanzennahrung gebildet. Manche der jüngeren Gesteine, deren Bestandtheile dem zersetzenden Einflusse lange ausgesetzt gewesen sind, wie Quadersandstein, Tertiärsandstein und tertiärer Sand, bestehen fast nur aus Quarzsand, sind deshalb arm an aufschliessbaren Verbindungen, an Pflanzennahrungsstoffen, und stammen die gröberen Gemengtheile des Bodens davon ab, so sind sie mehr als todtes unveränderliches Material zu betrachten, welches als eine nachhaltige Quelle der Fruchtbarkeit nicht angesehen werden kann. Anders ist es mit den Bildungen, welche wegen mehr directer Abstammung von den Urgebirgsgesteinen oder einer geringeren zersetzenden Einwirkung im Laufe der Erdgeschichte Gemengtheile enthalten, welche den mas-

sigen Gesteinen in ihrer Zusammensetzung gleich kommen oder nahe stehen und nachhaltig Stoffe für die Pflanzenernährung abgeben können. Der auf die nordischen Urgebirgs- und Kalkgesteine hinweisende Diluvialsand und Lehm ist in dieser Hinsicht von den tertiären Bildungen sehr verschieden und beide deshalb sehr ungleichwerthig. Welchen Einfluss das Ursprungsgestein und das Zersetzungsstadium für die Cultur des Bodens haben, beweisen in schlagender Weise die 20jährige und einträgliche Bewirthschaftung des Freiberger Gneissbodens durch Herrn Stecher bei einer sehr geringen Zufuhr von Kali, sowie Beispiele von 30jähriger Kartoffelcultur ohne eine besonders gesteigerte Zufuhr von Kali. Die genauere Untersuchung des Bodens weist uns so stets auf die Gesteine hin, woraus er gebildet ist, und ein Hauptgrund, weshalb die Bodenuntersuchung noch so wenig Resultate geliefert hat, ist der, dass man bei derselben nicht vom Gestein ausgegangen und so durch die Verwitterungsstufen zum Boden übergegangen ist, sondern diesen nur für sich und ohne Zusammenhang mit jenem betrachtet hat. Schon der oberflächliche Blick auf eine genaue geognostische Karte des Gebirgslandes belehrt darüber, wie manche Gesteine in grosser Ausdehnung über weite Länderstrecken verbreitet sind und wie auf der andern Seite in kleinen Bezirken oft eine grosse Mannigfaltigkeit da ist. Gneiss und Glimmerschiefer, Buntsandstein, Röth mit Wellenkalk, schwarzer und weisser Jura u. a. finden sich so dicht zusammengedrängt auf kleinem Raume oder in mehrfachem Wechsel und eben so ist es mit den verschiedenen Bildungen des Tertiärgebirges und des Diluviums der Fall. An der Grenze haben die daraus hervorgegangenen Bodenarten sich mit einander gemengt und weisen auf den Ursprung aus verschiedenen Bildungen hin und zwar um so mehr, je mehr das Wasser auf die Vermengung von Einfluss gewesen ist. Welcher Analytiker wird bei einem sich mehrfach wiederholenden Wechsel des Sandsteins, Schieferthons und Mergels der Trias, wie sie bei Cassel und im Fuldaischen so häufig sind, zu einem brauchbaren Resultate kommen können, wenn er nur den oberflächlichen Culturboden zum Ausgangspunkte nimmt, welcher in geringer Entfernung die grösste Verschiedenheit zeigt, und nicht beginnt mit den diese Verschiedenheit bedingenden Formations-

gliedern? Grosse Erdstriche zeigen ziemlich gleiche Verwitterungsbedingungen und das Product derselben kann bei Gesteinen von derselben Zusammensetzung, Structur und Lagerung in Westphalen und Sachsen nicht sehr abweichend sein. Die Verwerthung so gefundener Resultate für den Culturboden ist nachher nicht schwer.

Abgesehen von Klima, Lage, Untergrund und chemischer Beschaffenheit ist das Verhältniss von feinerdigen und gröberen Gemengtheilen für die Vegetation und den Anbau der Culturgewächse maassgebend und die Art derselben ist dadurch bestimmt. Durch dieses Verhältniss wird bedingt, wie der Regen durchgelassen und die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre absorbirt, wie rasch dieselbe an die Atmosphäre und den Untergrund wieder abgegeben wird und wie die Luft einzudringen und einzuwirken vermag, und in Verbindung damit steht die Art der Temperatureinwirkung auf den Boden. Sowie der Vegetationscharacter in Folge des abweichenden Verhältnisses von Feuchtigkeit und Wärme zum Boden und zur Luft mit der Entfernung vom Aequator nach den Polen oder von den Küsten nach dem Innern der Continente hin, ferner mit der Erhebung über das Meeresniveau ein anderer wird, so muss auch unter gleichbleibenden Verhältnissen dieser Art und unter obigen Beschränkungen der Gehalt an abschwemmbaren Theilen darauf den grössten Einfluss haben. Die Erwärmung des oberflächlichen Bodens steht zu dem Gehalte an Feuchtigkeit in einer gewissen Beziehung, da die Wasserverdunstung eine Wärmeentziehung zur Folge hat, und der wechselnde Wassergehalt ist deshalb der eigentlich bestimmende Factor. Durch die Schüblerschen Untersuchungen ist dieser Einfluss der abschwemmbaren und nicht abschwemmbaren Bestandtheile in schöner Weise begründet. Wenn nun ein mittleres Feuchtigkeits- und Erwärmungsverhältniss dem Wachsthum besonders günstig ist, so wird also je nach dem Gehalte an jenen Bestandtheilen im Durchschnitt die Vegetation mehr oder weniger begünstigt sein und man wird innerhalb der Vegetationszeit für das Wachsthum günstige und ungünstige Perioden von einander unterscheiden können, die bei der Mannigfaltigkeit der Verhältnisse ihrer Natur nach sehr verschieden sein müssen, sowohl nach Beschaffenheit als nach Länge dieser einzelnen Perioden.

Die Bedingungen des Wachsthums, das Verhältniss von Licht, Wärme, Feuchtigkeit und Ozongehalt der Atmosphäre zur Temperatur, dem Wasser- und Luftgehalte des Bodens ändern sich fast beständig. Diese Fruchtbarkeitsbedingungen müssen für die verschiedenen Bodenarten in den mannigfaltigsten Combinationen auftreten und die Maximalproduction wird dadurch mehr oder weniger begünstigt. Unter ungünstigen Bedingungen können Perioden eintreten, in denen das Wachsthum fast stille steht, und dieselben können selten oder häufig sein, eine kürzere oder längere Zeit anhalten. Es giebt Bodenarten, bei denen die für das Wachsthum günstigen Bedingungen auf eine sehr kurze Zeit beschränkt sind und die Grenze der Cultur wird dadurch bestimmt. Ist die nachtheilige Einwirkung einer ungünstigen Periode für ein Gewächs zu stark oder zu anhaltend, so wird es natürlich unter diesen Verhältnissen nicht zu bestehen vermögen und nur die Gewächse werden für solche Verhältnisse passen, an denen solche ungünstige Perioden weniger Schaden bringend vorübergehen. Für den Vegetationscharacter einer Gegend muss dies demnach in erster Linie bestimmend sein und es ist hier die physiologische Eigenthümlichkeit der Pflanze, nicht die chemische Zusammensetzung derselben wesentlich. Auch für die Auswahl der anzubauenden Culturgewächse ist dieser Einfluss maassgebend und während z. B. Roggen und Weizen ihrer chemischen Zusammensetzung nach sich nicht bedeutend unterscheiden, ist ihre physiologische Natur so abweichend, dass der Weizen für den grösseren Anbau von ausgedehnten Bezirken fast ausgeschlossen ist. Es ist bekannt, dass Schwerz die Bodenarten mit dem grössten Gehalte an abschwemmbaren Theilen und diejenigen mit dem geringsten Gehalte daran, an die Enden seiner Bodenclassification stellt und denselben in der ökonomischen Classification den Weizenboden und den Roggenboden an die Seite setzt.

Auf dem Rübenboden der Magdeburger Gegenden, welcher wegen des ausgedehnten Anbaues der genannten Hackfrucht wiederholt bis auf 14″ gelockert wird, gedeiht an vielen Stellen die Luzerne sicherer als der Rothklee und hat man dies bei beiden wesentlich durch die Verschiedenheit in der physiologischen Natur derselben zu begründen, da die chemische Zusammensetzung we-

niger differirt und keinen Maasstab für diesen Unterschied abgeben kann.

Auch auf die Cultur und besonders die Düngung muss dieses Verhältniss günstiger und ungünstiger Perioden innerhalb der Vegetationszeit von dem grössten Einflusse sein. Bezeichnet man die Summe der günstigen Perioden als die eigentliche Wachsthumsperiode, so müssen, wenn gleiche Resultate erzielt werden sollen, Ernährung und Assimilation um so intensiver sein, je kürzer die so begrenzte Wachsthumsperiode ist und die Bedingungen für das Wachsthum in demselben Verhältniss günstiger hergestellt sein. Es ist eine Nothwendigkeit, dass quantitativ und qualitativ gleich angewandte Düngemittel auf verschiedenen Bodenarten den verschiedensten Effect haben müssen. Wäre die Intensität der Aufnahme und Assimilation in der längeren und kürzeren Wachsthumsperiode gleich, so würde das Ernteergebniss annähernd im Verhältniss zur Dauer der Wachsthumsperiode stehen müssen. Man hat die Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanze aus der Luft und aus dem Boden gewöhnlich verglichen mit der ganzen Vegetationsperiode einer Culturpflanze, was nur innerhalb gewisser Grenzen zugegeben werden kann, indem die Massenproduction in erster Linie davon abhängig ist, was in dem dem Wachsthum günstigen Theile der Vegetationsperiode aufgenommen wird, und wie schon hervorgehoben, muss die Summe aller nothwendigen Nährstoffe uud die Löslichkeit derselben eine um so grössere sein, je ungünstiger das Verhältniss zwischen diesen beiden Abtheilungen der Vegetationsperiode ist, wenn man ein gutes Resultat erzielen will.

Wer die Vegetation natürlicher oder künstlicher Wiesen auf kaltem Boden beobachtet, hat nicht selten Gelegenheit wahrzunehmen, wie bei nasskaltem Wetter im Frühjahr das Wachsthum bis über die Mitte des Mai hinaus ein sehr geringes ist, und dass ein Zeitraum von 14 Tagen nachfolgend bei heissem und feuchtem Wetter genügt, um einen starken Ertrag zu liefern, in welcher Zeit sämmtliche Nährstoffe reichlich zugegen sein müssen, und ebenso ist es mit anderen Culturgewächsen, die oft in verhältnissmässig kurzer Zeit den grössten Theil ihres Wachsthums vollenden müssen.

Die Resultate der Culturversuche in wässeriger Lösung oder

in bestimmt präparirten Bodenarten, wo mehr gleichmässige Wachsthumsverhältnisse während der ganzen Vegetationszeit hergestellt werden können, sind deshalb nicht direct und nur mit Vorsicht auf andere Verhältnisse zu übertragen und ebenso muss das Product aus der mittleren Temperatur einer Gegend in die Vegetationsperiode einer Pflanze daselbst, welches Boussingault als für diese Pflanze ziemlich constant darzustellen suchte, schon deshalb ein variables sein, weil die mittlere Temperatur der Luft zu derjenigen der verschiedenen Bodenarten in einem sehr abweichenden Verhältnisse steht und die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens das Wachsthum mehr oder weniger begünstigen. Doch kann das Vorstehende erst näher begründet werden, wenn die chemischen Bedingungen der Vegetation erörtert sind.

Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass für die agronomische Bodeneintheilung der Gehalt von abschwemmbaren Theilen den Hauptmaassstab abgeben muss, und die Classification, welche nur das Ursprungsgestein berücksichtigt, die Werthsunterschiede für die Cultur nicht scharf genug ausdrücken kann. Die Fallousche Eintheilung hat zwar das grosse Verdienst, dass sie auf die Bedeutung des Ursprungsgesteins aufmerksam macht, welches in der Regel wenig beachtet ist, und ein Granitboden und ein Glimmerschieferboden, ein Diorit- und ein Quadersandsteinboden müssen sich ihren Bestandtheilen nach sehr unterscheiden. Aber ohne ein günstiges Verhältniss der abschwemmbaren und nicht abschwemmbaren Theile und in Folge davon günstige physikalische Eigenschaften können auch die werthvollsten chemischen Bestandtheile nicht zur Wirksamkeit gelangen.

b. Die chemische Bodenanalyse.

Gehen wir aus von einigen agronomischen Karten, welche 1867 in der französischen Abtheilung der Pariser Ausstellung aufgestellt waren, so scheint der in mehreren grossen Bänden ausgelegte Atlas mit dem Titel:

»*Département de la Somme*«

»*Cartes Agronomiques communales.*«

eine besondere Erwähnung zu verdienen. Der Zweck derselben wird durch die sehr bemerkenswerthe Einleitung gut ausgedrückt:

»Chaque commune ayant une carte particulière, deux exemplaires de cette carte pourraient être déposés, l'un à la Mairie, l'autre à l'Ecole primaire avec des échantillons du sol et des sous-sols analysés, on plaçerait à côté des spécimens de terrains ou de substances propres à servir d'amendements, tels que: Marnes, Argiles, etc. etc.

Des indications seraient données aux cultivateurs sur la nature de leurs terres et sur les moyens de les améliorer, système qui mériterait peut-être le titre d'enseignement pratique de l'agriculture par l'aspect.«

„Besässe jede Commune eine besondere Karte, so würde ein Exemplar auf dem Vorsteheramte, das andere in der Elementarschule nebst Proben von Boden- und Untergrund und unter Angabe der Analysen deponirt werden und es würden denselben Erdarten oder Substanzen an die Seite gesetzt werden können, welche geeignet sind, als Verbesserungsmittel zu dienen, wie Mergel, Thon etc. etc.

Es wäre dadurch die Möglichkeit geboten, die Landwirthe über die Natur ihrer Bodenarten und die Meliorationsmittel derselben aufzuklären, ein System, welches vielleicht den Titel einer praktischen Unterweisung im Ackerbau durch den Augenschein verdiente."

Ausser einigen Angaben über Arrondissement, Zahl der Cantone, Communen, Häuser und Einwohner und die Grösse nach Hectaren bestand der bei Weitem grösste Theil des Atlas aus Gemarkungskarten im Maassstabe von 1 : 10,000 angefertigt, worauf die verschiedenen Bodenarten nach ihrem Gehalt an kalkhaltigem und kalkfreiem Thon und Sand colorirt eingetragen waren,

Z. B. Commune Blangy Analyse No. 7.

Sable silico-calcaire . .	61,0	Sable siliceux	27,70	
		Carbonate de chaux . .	34,30	50,50.
Argile calcaire	37,90	Carbonate de chaux . .	16,20	
		Argile	21,70.	
Sels solubles dans l'eau et perte à l'analyse . .	0,10.			
	100,00.			

Die Analyse giebt also an, wie viel Kalk in der fein vertheilten Form des Mergels und wie viel als gröbere sandige oder steinige Beimengung vorkommt. Von einzelnen Feldmarken waren bis 32 Analysen von Oberkrume und Untergrund gemacht und auf den Karten eingetragen

und dazu waren jedesmal Bodenproben von Oberkrume und Untergrund mit beigegebener Analyse ausgestellt.

Von den Einzelobjecten der Ausstellung haben wenige einen solchen Eindruck auf mich gemacht, als die Idee, welche hierdurch repräsentirt ist, durch eine allgemeine und systematische naturwissenschaftliche Untersuchung des Bodens und seiner Grundlagen Materialien zur Erhöhung der Bodenproduction zu gewinnen, und ich habe deshalb gerade diese Ausstellung mit besonderem Interesse durchgesehen.

Wie es in der Einleitung heisst, muss der Blick des gebildeten Bauern und Landwirths, besonders wenn zugleich vorhandene Meliorationsmittel wie Kalk, Mergel, künstliche Düngemittel und derleichen aufgestellt wären, durch solche Ausstellungen (à la Mairie) auf die Quellen der Bodenfruchtbarkeit und die Mängel seines Ackerbaues hingewiesen werden und für Wanderlehrer, Fortbildungsschulen (à l'école primaire) ist es ein ausgezeichnetes und unersetzbares Hülfsmittel für die Demonstration. Hätten die norddeutschen Communen derartige Bodenkarten, Sammlungen von Bodenproben und ihrer vorhandenen Meliorationsmittel, so würde der Schatz, welcher in der Form von Lehm und Mergel an den meisten Stellen im Grunde der Bodenarten vorhanden ist, von Bauern und gebildeten Landwirthen weit mehr ausgenutzt werden, bei denen er aber zuweilen noch so unbekannt ist, als ein Dorf in Sibirien.

Es giebt aber für den Landwirth der norddeutschen Ebene ausser der directen Auffuhr ein sehr billiges Mittel, seinen leichten Boden dauernd zu verbessern. Dies besteht in der Compostirung des Stallmists auf der Dungstätte oder im Stalle (Schafstall), ganz besonders aber in der Compostirung auf den zu bedüngenden Feldern mit in der Nähe vorhandenem Mergel, Lehm, Moder, Schlamm und dergl. in ähnlicher Weise, wie es Administrator Teichmüller im März- und Aprilheft der Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereins für die Provinz Sachsen von 1868 beschrieben hat. Dies Verfahren hat einen so günstigen Einfluss auf Quantität und Qualität des Düngers und hat sich in dem hochcultivirten Belgien, wo zum Theil ähnliche Bodenverhältnisse sind, als in der norddeutschen Ebene, sowie in Westphalen und Kurhessen so bewährt und eine so vortheilhafte Einwirkung auf die Wirthschaften gehabt,

dass man wohl behaupten kann, das Vermengen des Stallmists mit derartiger Erde mache sich durch diese Vortheile bei richtiger Auswahl und Verwendung völlig bezahlt und diese Melioration des Bodens koste dem Ausführenden Nichts. Das Interesse für das gegenseitige Vermengen verschiedener Bodenarten ist aber durch die Mineraltheorie vielfach verdrängt worden, während es leicht bewiesen werden kann, dass durch die angegebene Methode auch die zugeführten mineralischen Nährstoffe zu einer rascheren und deshalb höheren Ausnutzung gelangen müssen. Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus muss dies Compostiren des Stallmists neben der Verwendung von Mineraldünger warm empfohlen werden. Für die Auswahl der Erden kann aber nur die Analyse Anhaltspunkte geben. Manche Wirthe sind durch solches Erdefahren reich geworden und es sollte in keiner Wirthschaft fehlen.

Aehnliche und nur wenig ausgedehntere Untersuchungen enthält die

»*Carte agronomique des environs de Paris*«

auf Haussmann's Veranlassung von Delesse ausgeführt. Die Bodenarten sind darauf in zwei Hauptabtheilungen gebracht,

1. in kalkfreie (terre sans calcaire)
2. in kalkhaltige (terre avec calcaire)

und durch eine gelbe und eine hellrothe Farbe von einander unterschieden. Bei beiden sind die humusreichen Bodenarten (terre riche en humus) besonders bezeichnet. Ausserdem enthält die Karte für jede Fläche Angaben über den Gehalt an Sand, rundem und eckigem Kies und Grus, an Thon und Mergel (Argile, Marne), ausgedrückt durch Verticalreihen von rothen Punkten, Kreisen Winkeln (Sable etc.) und Horizontalreihen von blauen Strichen und Kreuzen (Argile etc.) ohne dass die Deutlichkeit leidet. Durch diese Karte erhält man so direct ein Bild gewisser Bodeneigenthümlichkeiten. Die Untersuchungen, wonach die Karte angefertigt ist, sind aber für die Gegenwart nicht eingehend genug und nicht einmal so umfassend als ihre Vorbilder, die von Thaer im Anfange des Jahrhunderts zur Ausführung gebrachten Bodenanalysen.

Die chemischen Untersuchungen Thaer's erstreckten sich auf den Gehalt an kohlensaurem Kalk und Humus und die durch Schlämmanalyse bestimmten Klassen (»chemischen Klassen«) wer-

den vom Thonboden bis Sandboden in zwei Abtheilungen gebracht, je nachdem sie Kalk enthalten oder nicht (»kalkhaltig — kalklos«) und die Unterabtheilungen je nach dem Gehalte an Humus aufgestellt (»arm, vermögend, reich«). Es ist unzweifelhaft, dass durch solche Aufstellungen die Erdkrume sowohl nach ihren physikalischen Eigenschaften als zum Theil auch ihrer chemischen Thätigkeit ziemlich gut charakterisirt wird. Die alkalischen Erden sind nothwendige Nährstoffe für die Vegetation, Kalk und Magnesia finden sich in allen Gewächsen, in den meisten Culturpflanzen aus der Familie der Leguminosen sogar in grosser Menge. Bedeutsamer sind die Zersetzungen, welche durch den kohlensauren Kalk im Boden veranlasst werden. Er vereinigt sich unter Entbindung von Kohlensäure mit sauren Humusverbindungen und neutralisirt sie, die Humussäure des organischen Salzes zersetzt sich und die entstehende Kohlensäure kann sich wieder mit dem Kalk vereinigen, wodurch dieser Kreislauf von neuem beginnen kann. Kalk wirkt somit förderlich für den Umsatz der organischen Stoffe des Bodens und des in den Boden eingeführten organischen Düngers, bewirkt dadurch indirect und ebenfalls direct die Aufschliessung und Löslichmachung mineralischer Nährstoffe und begünstigt somit eine kräftige Halmbildung.

So wie in den Klüften der Gebirge beim Zusammenkommen der Zersetzungsproducte feldspathhaltiger Gesteine mit löslichen Kalkverbindungen sich häufig sogenannte Zeolithe gebildet haben, so scheint es ausser Zweifel, dass auch in der Ackerkrume bei der Verwitterung von Feldspath, Glimmer u. s. w. und bei gleichzeitiger Gegenwart von kohlensaurem Kalk die Bildung von wasserhaltigen zeolithartigen Silikaten Statt findet, welche für Umsatz und Absorbtion im Culturboden eine wichtige Rolle zu spielen scheinen. Ist es richtig, worauf die neueren Culturversuche in wässeriger Lösung so entschieden hinweisen, dass die Pflanze einen grossen Theil ihres Stickstoffbedarfs in der Form von Salpetersäure aufnimmt, so muss auch hier der Kalk eine grosse Bedeutung haben für Umsatz der Stickstoffverbindungen im Boden, von Ammoniak in Salpetersäure, welche als Nährmittel und zugleich aufschliessend wirkt, und die Erfolge der Kalkdüngung auf manchen Bodenarten scheinen hierdurch zum Theil erklärt zu werden. In der belgischen

Abtheilung der Pariser Ausstellung 1867 befand sich ein weicher krümliger und poröser Kalkstein unter der eigenthümlichen Bezeichnung:

»*Calcaire à nitrification, production naturelle de nitrates pour l'agriculture*«

und mit der Angabe, dass dieser Kalkstein jüngster Bildung nach dem übereinstimmenden Urtheile aller Geologen sich in Europa nur an 3 Stellen und zwar zu

Ciply, Folx-les-Caves und Lanaye in Belgien

finden solle. Es heisst in der Anpreisung weiter: »les nitrates sont produits par la seule action de l'air atmosphérique sur le calcaire à polypiers. Il suffit pour provoquer la formation de nitrates, de mettre à nu les gisements de calcaire« und »les conditions essentielles pour favoriser la nitrification sont: 1° la présence du calcaire; 2° la grande porosité de l'humus laissant un libre passage à l'air; 3° la putréfaction des substances végétales ou animales; 4° une certaine chaleur et de l'humidité. Ces conditions se trouvent remplies, lorsqu'on stratifie, par couches superposées, le fumier et le calcaire à polypiers; on obtient ainsi une véritable nitrière artificielle;« und »L'agriculture se trouve ainsi dotée, gratuitement, d'un des agents les plus puissants de fertilisation. L'application de cette découverte, due à la chimie moderne, était préconisée, dès 1849, par M. Malaguti, doyen de la faculté des sciences, à Rennes, lorsqu'il disait: Le cultivateur pourra un jour lui-même fixer l'azote de l'atmosphère et le transformer en nitrates, qui constituent un des engrais les plus puissants.«

„Diese Nitrate (salpetersauren Salze) werden durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft auf den Corallenkalk erzeugt und die Entblössung der Kalksteinlagen ist ausschliesslich hinreichend, um die Bildung der Nitrate zu veranlassen. Die wesentlichen Bedingungen, um die Nitrification zu befördern, sind:

1. die Gegenwart des Kalksteins;
2. die grosse Porosität der Dammerde, welche der Luft einen freien Durchgang gestattet;
3. die Verwesung der vegetabilischen und animalischen Stoffe;
4. eine gewisse Wärme und Feuchtigkeit.

Diese Bedingungen werden erfüllt, wenn man Mist und Corallenkalk lagenweise über einander schichtet, man erhält auf diese Weise in Wahrheit eine Salpeterhütte. Die Landwirthschaft ist so gratis mit einem der mächtigsten Agentien der Fruchtbarkeit ausgestattet. Auf die Anwendung dieser Entdeckung, welche der

modernen Chemie zu verdanken ist, war schon 1849 durch Herrn Malaguti, Decan der Fakultät der Wissenschaften, zu Rennes mit den Worten aufmerksam gemacht: Der Landwirth wird eines Tag's sogar den Stickstoff der Atmosphäre fixiren und ihn in Nitrate verwandeln, welche einen der kräftigsten Dünger ausmachen."

Durch Vorstehendes wird mit Recht auf die hohe Bedeutung der Salpetersäurebildung für die landwirthschaftliche Production und die dazu anzuwendenden Mittel aufmerksam gemacht und man muss zugeben, dass der Landwirth in hohem Grade im Stande ist, das Stickstoffcapital seiner Wirthschaft rasch zu vermehren. Es klingt jedoch wie Leichtsinn in der Benutzung wissenschaftlicher Aeusserungen seitens der Industrie oder wie grosse Unkenntniss und Oberflächlichkeit, wenn hier ausgesprochen wird, dass der freie Stickstoff der Luft durch diesen Kalkstein disponirt werde, die Form von Salpetersäure anzunehmen, indem die von Schönbein angegebenen Arten der Stickstoffbindung hier nicht gemeint sein können. Die Quelle dieser Salpetersäurebildung kann nur in dem Zusammenkommen des Kalks mit thierischen und vegetabilischen Stoffen gesucht werden, wenn anders die angegebene Analyse des Kalksteins richtig ist:

Kohlensaurer Kalk	96 %
Phosphorsaurer Kalk	2 %
Thonerde und Kieselerde . . .	2 %
	100 %.

Dem für die Buntsandsteinböden des südlichen Sollings so wichtigen Süsswasserkalk von Lenglern bei Göttingen, welcher fast nur aus kohlensaurem Kalk besteht und in Quantitäten von 1 bis 2 Fuder per Morgen schon sehr wirksam ist, muss derselbe Einfluss auf die Salpetersäurebildung in den genannten Böden zugeschrieben werden, als wenn dieselben mit einer gleichen Quantität dieses von Belgien her angepriesenen Kalksteins bedüngt wären, und der mit vielen Humusresten und Muscheln gemengte und aus einer Muschelkalkmulde abstammende Wiesenmergel von Burguffeln bei Cassel hat in sich selbst weit mehr die Bedingungen für Salpetersäurebildung als dieser Salpetersäurefabrikant ausländischer Unkenntniss. Dass der hohe Gehalt an phosphorsaurem Kalk für die Vegetation günstig wirken muss, ist begreiflich und würde man diesen Belgischen Kalkstein in dieser Hinsicht mit dem Mergel von Rosche mit 0,44% Phosphorsäure (Erdmann) vergleichen können

oder mit dem neuerlich von Wicke untersuchten Mergel von Evendorf bei Soltau im Lüneburgischen mit 0,55% Phosphorsäure.

Auf der andern Seite ist ein Boden, in welchem die kohlensauren alkalischen Erden nur in Spuren vorkommen, weit mehr zur Bildung von sauren Humusverbindungen disponirt, welche mit den Oxyden des Eisens vereinigt der Bodenluft den Sauerstoff entziehn, die günstige Einwirkung der Luft auf den Boden beschränken und den Culturpflanzen nachtheilig werden, zumal in thonreichen Böden oder in solchen mit viel feinkörnigem Sande und hohem Wassergehalte. Die organischen Stoffe reduciren das Eisenoxyd zu Oxydul, welches als doppeltkohlensaures Salz in Wasser löslich, die Anhäufung von Eisenverbindungen im Untergrunde veranlasst und denselben so roh, unartbar und verschlossen machen kann, dass dieser wichtige Bodentheil den Wurzeln der Culturgewächse undurchdringlich wird und zur Ernährung wenig beiträgt. Die künstliche Zufuhr von Luft ist für einen solchen Boden Cultur, die Beimengung von Kalk, Mergel, Holzasche und dergleichen regulirt die Bodenzersetzungen zu Gunsten der Pflanzen. Diese Meliorationen können aber wegen des hohen Preises nur in begrenztem Maasse ausgeführt werden, durch eine Kälkung wird der Oberkrume meist nur bis $^1/_8$% Kalk mitgetheilt und die Einwirkung auf den Untergrund ist eine geringe.

Die Nährkraft des Rauhfutters, Heu und Stroh von solchen sauren Bodenarten und oft auch von solchen, deren Säure durch künstliche Zufuhr von Kalk zum Theil neutralisirt ist, ist aber so abweichend im Vergleich zu den Futtermitteln von einem gesunden kalkhaltigen und säurefreien Boden, dass ein entsprechender Nähreffect nur durch viel stärkere Gaben an trockener Masse oder bedeutenden Zusatz an concentrirtem Futter annähernd zu erreichen ist, die Production dadurch wesentlich vertheuert wird, und es sind dies Eigenthümlichkeiten, welche von Landwirthen bei Ankauf und Pachtung oft eben so wenig berücksichtigt sind, als von Chemikern bei der Auswahl von Heu zu Fütterungsversuchen.

Alle diese Verhältnisse sind für den Werth der meisten Bodenarten so bedeutsam, dass auch ein kleiner Kalkgehalt die Cultur und Pflanzenproduction erleichtert und zwar in um so höherem Grade, je verschlossener der Boden von Natur ist, und bei der

Bonitirung ist er deshalb ein sehr zu berücksichtigender Factor. Thaer sagt: »Sein Dasein ist aber — selbst in geringer Quantität bis zu ½% — beachtenswerth.« Die Eintheilung der Erdarten in kalkhaltige und kalkfreie (»avec et sans calcaire«) drückt deshalb unter den meisten Verhältnissen einen wichtigen Unterschied für die Cultur aus.

Fragt man nach dem Werthe des Humus, dieses Ueberrestes früherer organischer Bildungen, dessen Elemente in der Form von Pflanzennährstoffen in der Atmosphäre in allgemeiner Verbreitung und grosser Menge vorkommen, fragt man danach, weshalb viele humusreiche (schwarze) Böden fruchtbar und humusarme wenig fruchtbar sind, so scheint es besonders schwierig zu sein, Ursache und Wirkung scharf auseinander zu halten, und um so mehr, als mit dem Begriff Humus die verschiedensten Dinge gemeint sein können. Die Ansichten hierüber sind deshalb noch immer sehr verschieden. Versteht man unter Humus im Sinne der alten Schule das Product der Zersetzung von Stalldünger, welches man seinen Bestandtheilen nach früher wenig kannte, so wird von Jedem zugegeben, dass ein gewisser Reichthum daran sehr wichtig ist. Nach dieser Auffassung enthält er alle Pflanzennahrungsstoffe und dies ist offenbar auch die Ansicht Thaers gewesen. Thaer hat den Namen Humus für die früher übliche Bezeichnung Dammerde, um Missverständnisse zu beseitigen, eingeführt und er versteht darunter »den Bestandtheil jedes fruchtbaren Bodens, wovon dessen Fruchtbarkeit abhängt und welcher eigentlich nur die Nahrung der Pflanzen, insofern sie aus dem Boden gezogen wird, ausmacht.« (Rationelle Landwirthschaft II. S. 126.) »Die Fruchtbarkeit des Bodens hängt eigentlich ganz von ihm ab, denn ausser dem Wasser ist er es allein, was den Pflanzen im Boden Nahrung giebt.« Es ist »eine Verbindung von Kohlenstoff, Hydrogen, Azot und Oxygen, denen sich noch einige andere in geringer Menge beigesellen, Phosphor, Schwefel, etwas wirkliche Erde und zuweilen verschiedene Salze.« (a. a. O. S. 127.) Er ist »eine Erzeugung des Lebens« und eine Bedingung des Lebens« »er giebt die Nahrung dem Organismus.« Mit dem Ausdrucke »arm, vermögend, reich« begreift Thaer also den Gehalt des Bodens an Verbindungen, welche in die Pflanze eintreten und nothwendig sind zum Wachsthum und

Aufbau derselben. Den Werth der angeführten mineralischen Stoffe in diesem sogenannten Humus ahnte Thaer aber noch nicht und er schreibt deshalb vor, zur Bestimmung des Humus den in einer den Siedepunkt etwas übersteigenden Hitze völlig ausgetrockneten Boden zu glühen; der Glühverlust bezeichnet den Humusgehalt. Ferner ist nur der milde verwesende Humus hier gemeint, »an saurem Humus kann der Boden zuweilen sehr reich, aber dennoch wenig fruchtbar sein.« Es geht aus dem Angeführten hervor, dass dieser so bezeichnete Humus zu den unbestimmtesten Begriffen gehört und in dieser Weise für die Wissenschaft nicht brauchbar ist. Die Chemiker sind deshalb übereingekommen, die Rückstände der Fäulniss und Verwesung von Zellstoff oder überhaupt der Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Elementen des Wassers als Humus zu bezeichnen. Die Frage, ob der Humus in dieser Begrenzung, dessen Gegenwart die Färbung des humosen Bodens bedingt, Werth für denselben habe, hat man hinsichtlich gewisser physicalischer Eigenschaften, des Verhältnisses zur Feuchtigkeit und Wärme, fast allgemein zugegeben, jedoch im Uebrigen für die Ernährung der Pflanze lange Zeit verneint. Der Pflanze steht nach dieser Ansicht die ungeheure Menge von Kohlensäure in der Atmosphäre zur Verfügung, wodurch es ihr niemals an diesem Nährstoff fehlen wird, und eine Kohlensäurequelle im Boden ist deshalb unnütz. Diese Ansicht war zu einer gewissen Zeit unter den Chemikern der Landwirthschaft die allgemeinste und man hört dieselbe jetzt noch häufig ausgesprochen, ohne dass dabei immer geschieden wird, was die Kohlensäure im Boden als Kohlenstofflieferant und was in andrer Hinsicht leistet. Was man nach der einen Seite für manche Verhältnisse zugeben kann, ist man nach der andern Seite hin verpflichtet zu bestreiten. Chemie und Physiologie haben den Nachweis geliefert, dass in einem geglühten von Humus befreiten Thonboden und in wässriger Lösung ohne Humus oder eine künstliche Kohlensäurequelle sich gut ausgebildete Pflanzen erziehn lassen und zwar so exact, als sich diese Versuche überhaupt anstellen lassen, indem man immer mit den Bestandtheilen des Saamens zu rechnen hat und sich die Ausscheidung von Kohlensäure durch die Wurzel der quantitativen Bestimmung entzieht. Der wissenschaftliche Nachweis, dass man bei derartigen Versuchen für den Kohlenstoff be-

darf der Pflanze nicht Sorge zu tragen habe, hat zu der Idee geführt, dass es nicht nöthig sei, dem Boden Humus zuzufügen und dass derselbe für die Ernährung keine Beachtung verdiene, sowie dass auf die Zufuhr der mineralischen Pflanzennährstoffe das einzige Gewicht zu legen sei. Diejenigen Verbindungen, welche im Boden auf Löslichmachung und Ueberführung dieser letzteren hinwirken, wurden nicht beachtet. Erst seitdem Liebig auf die grosse Tragweite der Entdeckung von Way und Thompson über die Absorbtionskraft der Ackererde für die wichtigsten Pflanzennahrungsstoffe — einer Thatsache, worauf der Italiener Gazzeri in seiner Schrift über den Dünger bereits im Anfange des Jahrhunderts aufmerksam gemacht hat — hingewiesen und die grossartige Bedeutung dieser Erscheinung im Haushalte der Natur, ihr vielseitiges Verhältniss zu den Producten der Verwitterung und Auslaugung, resp. den Bestandtheilen der Gewässer und des Meeres, und weiter zur Natur der ganzen organischen Schöpfung zum klaren Bewusstsein gebracht hatte, erst seit dieser Zeit hat man mehr daran gedacht, welchen Werth die Lösungsmittel im Culturboden haben und dass der Gehalt daran für die Ueberführung von Pflanzennährstoffen in die Pflanze ein wichtiger sein muss. Seit dieser Zeit hat man auch den Humus und die Kohlensäure als Lösungsmittel mehr beachtet und Liebig selbst hebt diese Bedeutung in der Auflage seiner chemischen Briefe vom Jahre 1865 S. 370 mit folgenden Worten treffend hervor:

»Durch Hinzufügung von Sägespänen wurde die Wirkung des Mineraldüngers in auffallendem Grade schon erhöht und es scheint mir nicht im geringsten zweifelhaft zu sein, dass der Hauptgrund der erhöhten Wirksamkeit in der durch die Verwesung gebildeten Kohlensäure gesucht werden muss, die in diesem Falle weit weniger als Nahrungsmittel, sondern vorzüglich als Lösungsmittel für die phosphorsauren Erdsalze (phosphorsauren Kalk und Bittererde) und für die Ueberführung der neutralen kohlensauren Alkalien und Erden in Bicarbonate und zur Aufschliessung der Silikate wirksam ist. Diese Kohlensäure ist die von der Natur gegebene Bedingung des Übergangs der genannten Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanze; denn die phosphorsauren und kohlensauren Erden sind für sich im Wasser nur dann löslich, wenn das Wasser Kohlensäure enthält und

ist offenbar die im Regenwasser vorhandene Kohlensäuremenge nicht ausreichend, um in der kurzen Zeit des Wachsthums der Sommerpflanzen die für ein Maximum ihrer Entwicklung unumgänglich nöthige, verhältnissmässig grosse Menge von Mineralbestandtheilen in den löslichen d. h. in den für die Pflanzen geeigneten Zustand zu versetzen.«

Es wäre sehr zu wünschen, wenn manche Chemiker und Praktiker, welche den Namen Liebigs auf ihre Fahne geschrieben haben, auch diesen sehr bemerkenswerthen Ausspruch ihres Meisters in seinen Folgerungen und Consequenzen besser beherzigten und sich nicht mehr gegen ein Hauptgebot der landwirthschaftlichen Production versündigten, worüber der so vorsichtig prüfende Agrikulturchemiker Frankreichs, Boussingault, schon vor längerer Zeit bemerkte: (die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie etc. IV. 1856 S. 179 u. 180) »dass ein wesentlicher Theil der Wirksamkeit des Düngers organischen Ursprungs diesem Ausströmen von Kohlensäuregas zugeschrieben werden muss.« Nach Boussingault ist diese Kohlensäure wesentlich als Pflanzennährstoff und »der Dünger ist unvollkommen, der diese Stoffe (Humus) entbehrt.« »Jedes Theilchen Dünger, Humus und Dammerde, kann wie ein Schornstein betrachtet werden, aus welchem unaufhörlich Kohlensäuregas ausströmt, in dessen unterirdischer Atmosphäre die Wurzeln leben und sich entwickeln.«

In nahem Zusammenhange mit der Frage nach der Zufuhr von Kohlenstoffverbindungen in den Boden steht die nach der Zufuhr von Stickstoffverbindungen und bei beiden Elementen ist es schwer zu entscheiden, in welchem Grade ihre Verbindungen als Pflanzennahrungsstoffe und als Lösungsmittel wirksam und nothwendig sind. Wenn man sieht, wie die wildwachsenden Pflanzen trotz dem Mangel einer künstlichen Stickstoffzufuhr doch jährlich eine bedeutende Massenproduction zu liefern vermögen, so kann man leicht zu der Annahme gelangen, dass auf eine solche Beigabe für die Culturgewächse wenig Gewicht zu legen sei und nur die Zufuhr der mineralischen Nährstoffe empfohlen werden müsse. Und dieser Schluss wird durch die Thatsache scheinbar gerechtfertigt, dass man in einem von Stickstoffverbindungen befreiten Boden Pflanzen zu erzielen vermocht hat. Doch auf wenigen Gebie-

ten hat wohl die Wissenschaft die Grenzen ihrer Berechtigung mehr überschritten, als in der Verallgemeinerung von Schlüssen aus einzelnen Culturversuchen oder aus dem Wachsthum der Wald- oder Wiesenpflanzen auf die grosse Mannigfaltigkeit der Productionsbedingungen, wie sie die in stetem Wechsel begriffene Natur aufweist, und es würde dies weniger der Fall gewesen sein, wenn nicht zu oft Gelehrte in der Weise einer Construction a priori, ohne die Verhältnisse und Bedürfnisse der Praxis genau zu kennen, versucht hätten, die Wissenschaft practisch verwerthbar zu machen, wozu nur derjenige befugt ist, welcher sich eine genaue Kenntniss der Verhältnisse erworben hat, worauf die Wissenschaft angewandt werden soll. Es ist durch vielfache Versuche erwiesen, dass einige der wichtigsten Pflanzennahrungsstoffe in reinem Wasser weit weniger löslich sind als in solchem, welchem Ammoniak- oder salpetersaure Salze beigemischt sind, und es ist unzweifelhaft, dass diese Thatsache auch auf die Vorgänge der Ackerkrume angewandt werden kann. Ich brauche hier nur auf die schönen Dietrich'schen Versuche hinzuweisen, die sich auf die Einwirkung auf den Boden und das unverwitterte Gestein beziehen. Aber ebenso sicher haben sich auch da, wo bei der Pflanzenentwicklung alle mineralischen Nährstoffe in Lösung vorhanden waren, wie bei den Culturversuchen in wässeriger Lösung, die Stickstoffverbindungen als nothwendig für eine kräftige Ausbildung erwiesen und ist es besonders die Salpetersäure, deren hoher Werth durch diese Versuche dargelegt ist. Und hat sich dies schon bei Versuchen ergeben, in welchen Aufnahme und Assimilation in mehr gleichmässiger Weise innerhalb der Vegetationsperiode Statt finden, wie viel mehr muss die Nothwendigkeit einer hinreichenden Stickstoffzufuhr vorhanden sein unter Verhältnissen, in welchen die eigentliche Wachsthumsperiode in oben angedeutetem Sinne des Worts eine sehr beschränkte ist. Die Bewirthschaftung des Sandbodens kann als ein Nachweis hierfür angesehen werden. Niemand zweifelt daran, dass in den meisten Fällen die Trockniss desselben und die dadurch hervorgerufenen Perioden des Stillstandes in der Pflanzenentwicklung eine bedeutende Durchschnittsproduction unmöglich machen und dass ein Sandboden in feuchter Lage oder in feuchtem Klima recht fruchtbar sein kann. Auf einem solchen trockenen Sandboden ist die eigent-

liche Wachsthumsperiode sehr verkürzt, innerhalb derselben ist die Entwicklung aber oft eine wunderbar rasche und eine kümmerlich erscheinende Frucht kann unter günstigen Verhältnissen sich ausserordentlich rasch »erholen.« Das Ernteergebniss ist wesentlich dadurch bedingt, welcher Reichthum von Pflanzennährstoffen in dieser Periode zur Verfügung steht und zwar aller Nährstoffe, welche die Pflanze zu ihrem Aufbau gebraucht. Ausser den Stickstoffverbindungen kann dann auch die im Boden sich entwickelnde Kohlensäure als ein wichtiger Pflanzennahrungsstoff bezeichnet werden müssen, welchem unter anderen Verhältnissen weit weniger Werth zukommt. Thatsache ist, dass der Landwirth des Sandbodens sorgsam bemüht ist, in Plaggen, Stoppeln und dergl. möglichst viele organische Humus bildende Reste mit der Düngung in seinen Boden zu bringen.

Ebenso weist die auf jedem Boden in gewissen Perioden sich besonders üppig entwickelnde Vegetation den Landwirth darauf hin, wie wichtig es ist, dem Boden die Gesammtheit von Pflanzennährstoffen zuzufügen. Wer Gelegenheit hatte, die Entwicklung der Culturgewächse in einem abnorm trockenen Jahre, wie 1865, zu beobachten, konnte wahrnehmen, wie in langen Perioden auch auf fruchtbaren Bodenarten das Wachsthum zum Stillstande gekommen war und die Vegetation verdorrte, wie aber nach einfallendem Regen einzelne Gewächse, wie Rüben und Kartoffeln, im Herbste in sehr kurz bemessener Zeit noch erheblich sich auszubilden vermochten. Koppe rühmt es in seiner Darstellung der landwirthschaftlichen Verhältnisse der Mark Brandenburg S. 15 von den Kartoffeln, dass sie »selbst bei anhaltender Dürre den Ertrag nicht ganz versagen und oft nach einem durchdringenden starken Regen im Spätsommer sich noch erholen, nachdem es den Anschein hatte, als würden sie total missrathen.« Die Höhe der Ernten ist bei vielen Culturgewächsen wesentlich dadurch beeinflusst, dass nach der Aussaat die sich entwickelnden Keime der jungen Pflanze günstige Wachsthumsbedingungen vorfinden und sich rasch so weit entwickeln, dass sie nachtheiligen Einflüssen Widerstand leisten können. Für die Frage, ob Brache halten oder nicht, ist dies ein wichtiger Gesichtspunct und für die Düngung insofern maassgebend, als die sich entwickelnde junge Pflanze an keinem Nährstoff Mangel haben darf. Aus gleichem Grunde ist der Ertrag

vieler mehrjähriger Gewächse, Halmfrüchte und Futterpflanzen, in hohem Grade dadurch bedingt, dass sie mit Beginn der Vegetation im Frühjahr sich rasch entwickeln, das Land bedecken, eine grössere Menge von Assimilationsorganen erhalten und soweit erstarken, dass die Einwirkungen nachtheiliger Witterung weniger schädlich sind. Bei der Cultur tropischer Gewächse innerhalb unserer gemässigten Zone, in welcher die Vegetationsbedingungen häufig ungünstig sind, ist es sicher auch im Interesse der Kohlenstoffaufnahme innerhalb der eigentlichen Wachsthumsperiode von Wichtigkeit, dass Kohlensäureerzeuger im Boden vorhanden sind und in die Blumentöpfe bringt man deshalb ein Gemenge von Sand und humusreicher Walderde.

Die Vorschrift Boussingaults, die Fruchtfolge so einzurichten, dass dadurch die Nährstoffe der Atmosphäre am höchsten ausgenutzt werden, hat ihre grosse Bedeutung auch darin, dass dadurch indirect im Turnus der Wirthschaft dem Boden die atmosphärischen Nährstoffe zugeführt werden, welche als Nährstoffe und Lösungsmittel das Wachsthum beschleunigen und die Ernten erhöhen und der Landwirth, welcher die Strohproduction einer Wirthschaft zu steigern sucht, bewirkt, dass von den vorhandenen Nährstoffen den Culturgewächsen eine grössere Menge in löslicher Form dargeboten wird und in den für die Vegetation günstigen Perioden mehr aufgenommen werden kann. Diese Gesichtspunkte für die Melioration einer Wirthschaft müssen um so wichtiger sein, als die Steigerung der Production zu den Aufgaben der meisten Wirthschaften gehört und sie für viele Fälle den billigsten und einträglichsten Weg dazu andeuten.

Die Melioration eines Bodens und die Erhöhung der Ernten ist aber auf den Böden erleichtert, wo humose Substanzen in einiger Menge vorhanden sind, und die dunklen Bodenarten mit einem gewissen begrenzten Gehalte an Humus im Sinne der neueren Schule sind deshalb unter sonst gleichen Verhältnissen werthvoller als diejenigen, welchen diese organischen Reste fehlen. In der Regel drückt aber diese Farbe das gleichzeitige Vorhandensein einer Menge löslicher mineralischer Pflanzennährstoffe aus, welche auf die Färbung keinen Einfluss haben, für das Wachsthum aber von der grössten Bedeutung sind, und die Entstehung, der Ursprung

desselben, ist daher beim Bonitiren sehr zu beachten. Die Ursachen, weshalb die dunklen humosen Bodenarten als besonders nutzbar für den Ackerbau sich herausstellen, sind deshalb zum Theil in den dunklen Verwesungsrückständen des Zellstoffs zu suchen, zum grossen Theil aber auch in den zugleich damit vorkommenden und farblosen mineralischen Resten früherer Pflanzenproductionen, und dazu kommt, dass durch die Lage dieser Bodenarten häufig günstige physikalische Eigenschaften, ein normales Feuchtigkeitsverhältniss, Tiefgründigkeit und dergleichen bedingt sind. Ueberall erleichtern deshalb diese dunklen kohlenstoff- und stickstoffreichen Verwesungsrückstände eines Bodens, wenn nicht zu reichlich vorkommend, die Cultivirung desselben, auch wenn nur wenige mineralische Pflanzennährstoffe vorhanden sind. Letztere können auch in einer fast unbrauchbaren Form, wie die Phosphorsäure im Limonit, Raseneisenstein, Blaueisenerde, vorhanden sein, durch deren Ueberführung in den Untergrund der Torfmoore und Sandböden die Oberkrume natürlich arm daran werden musste.

Es ist ein grosser Fortschritt im Wissen, dass durch die Entdeckung und Untersuchung der Absorbtion des Bodens für die Pflanzennährstoffe der Werth der kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Verbindungen im Boden mehr erkannt ist, und sowie die Praxis der Jahrhunderte nach dieser Richtung hin dadurch ihre Rechtfertigung und Begründung erfahren hat, so schwindet dadurch auch das Misstrauen der Praxis gegen die Naturwissenschaft in ihrer Anwendung auf Agricultur, und man begreift mehr und mehr die hohe Bedeutung der Wissenschaft für diese ausgedehnten und wichtigen Erwerbszweige. Man kann deshalb die oben citirte Bemerkung Liebigs nur mit grosser Freude begrüssen und sie wird dazu beitragen, die Apathie zwischen den Vertretern der Wissenschaft und Praxis zu heben. Aeusserungen wie: »In der Theorie ist das richtig, in der Praxis falsch,« welche allen Naturgesetzen Hohn sprechen, kann man nur beklagen und muss sie aus diesem bedauerlichen Gegensatze erklären. Die Ansicht Thaer's von der Wesentlichkeit der organischen Bestandtheile des Düngers hat durch die Naturwissenschaft ihre Correction, bis zu einer gewissen Grenze auch ihre Rechtfertigung erhalten.

Wenn man die Fruchtbarkeit steigern will, wird man bei den

verschiedenen Bodenarten zu prüfen haben, ob die Zufuhr gewisser Nährstoffe oder von Lösungsmitteln nothwendiger ist, welche beide im Stallmist gleichmässig dem Boden mitgetheilt werden.

In sehr vielen Fällen krankt der Betrieb an dem Mangel an Nährstoffen und die Zufuhr einzelner, z. B. löslicher phosphorsaurer Salze, bewirkt eine enorme Steigerung der Ernten. Die von Reuning in »Justus von Liebig und die Erfahrung« mitgetheilten Versuche beweisen dies schlagend. In vielen andern Fällen ist gleichzeitig auf eine künstlich gesteigerte Zufuhr von Lösungsmitteln, wozu auch die Kohlensäure und der gebrannte Kalk gerechnet werden müssen, ein Hauptgewicht zu legen und das Capital wird in Mineraldünger schlecht angelegt. Die in Anwendung kommenden Lösungsmittel sind meist auch Pflanzennahrungsstoffe und diese Lösungskraft ist für die wichtigsten mineralischen Nährstoffe von der grössten Bedeutung, wie dies Liebig für die Phosphate nachgewiesen hat. Die atmosphärischen Pflanzennährstoffe sind zugleich die wichtigsten Lösungsmittel und durch die Fruchtfolge ist man im Stande, dieselben mehr oder weniger zu nutzen und zu verwerthen. Nach Koppe äussert sich ein eifriger Fruchtwechselwirth, Oberamtmann Lüder zu Reiffenstein, über den verschiedenen Erfolg von zwei neunfeldrigen Wechselwirthschaften einmal folgendermassen: »In dem Umstande, dass die erstere Wirthschaft $^3/_9$ Winterung hat, (die letztere nur $^2/_9$) liegt das Geheimniss, dass sie an Bodenkraft gewonnen und mehr Dünger producirt hat, als letztere.«

Für die Melioration einer Wirthschaft gehört es deshalb in den meisten Fällen zu den wichtigsten Aufgaben, die Fruchtfolge so einzurichten, dass dadurch die Strohproduction gesteigert wird.

Es giebt ferner an vielen Orten Lager von Moder, Teichschlamm, Torf und dergleichen, welche an organischen Resten reich sind und wodurch die Quantität der Lösungsmittel sehr gesteigert werden kann. Die Kohlensäure, welche sich aus dem Humus des Stallmists entwickelt, hat durchaus keinen höhern Werth als diejenige aus dem Humus von Moder. Die Mittheilungen von Walz von Hohenheim über die günstigen Wirkungen des ganz frisch ausgefahrenen Stallmists sind für viele Fälle sehr zu beachten und wenn der Landwirth den Stallmist auch nicht immer frisch ausfahren

kann, so vermag er doch die organischen Theile des Düngers in hohem Grade zu conserviren und es ist dies keine seiner geringsten Aufgaben, welche so oft vernachlässigt wird. Die hohe Bedeutung der Methode, den Stallmist auf der Dungstätte oder dem Lande stets mit Lehm, Mergel, Moder, Teichschlamm und dergleichen zu mengen, ist schon oben hervorgehoben und der Werth beruht grösstentheils darin, dass die Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen mehr conservirt, die löslichen Bestandtheile mehr gebunden werden und die Einwirkung auf die nächste Ernte eine höhere und sicherere wird, indem in diesem Lehm und Mergel, der Ackerkrume beigemengt, die Bedingungen für Salpetersäurebildung besonders günstig sind. Durch Kälken und Mergeln wird, abgesehen von der Entsäuerung ebenfalls die Salpetersäurebildung vermehrt, der Umsatz der organischen Bodenbestandtheile beschleunigt und die Löslichkeit der mineralischen Pflanzennährstoffe erhöht und so der Ertrag oft enorm gesteigert.

Worauf hat man bei der Ertragssteigerung einer Wirthschaft sein Hauptaugenmerk zu richten? Diese Frage tritt so oft in ernster Weise an den Landwirth heran und ihre Beantwortung ist für seine Existenz von entscheidender Bedeutung. Es giebt Landwirthe, welche glauben, von der Chemie und durch die Erfahrungen auf dem schwarzen Magdeburger Boden belehrt zu sein, durch die einseitige und starke Zufuhr von Mineraldünger die Erträge überall steigern zu müssen, aber oft vergeblich gehofft haben; es giebt andere, die nicht zu der Annahme sich zu erheben vermögen, dass der Ackerbau sehr häufig wegen des unzulänglichen Vorraths an mineralischen Verbindungen, ohne welche Ernten nicht gemacht werden können, darniederliegt und deshalb mit der alten Strohmistwirthschaft zu keinem Ertrage kommen; andere, welche, veranlasst durch die Erfolge der Tiefcultur auf anderen Böden, wähnen, ihren Untergrund für die Melioration eines Gutes überall sogleich bis zu 8, 10 und 12″ Tiefe in die Höhe pflügen zu müssen und dadurch in vielen Fällen den Boden auf Jahre hinaus verderben und die Ernten vermindern; wieder andere, welche meinen, von theuren englischen Maschinen oder kostspieligen Neubauten sei ihr Glück grossentheils abhängig und vergessen, dass es zu den Hauptaufgaben für die Wirthschaftsorganisation gehört, alle Verwendungen

zu den erreichbaren Zwecken in das möglichst richtigste Verhältniss zu setzen. Andere wieder schaffen sich viel und theures Vieh an, ehe die Wirthschaft das nöthige und passende Futter dafür mit Sicherheit liefert und können es nur unter grossen Opfern erhalten. Und so sind die verfehlten Speculationen zahlreich und Keinem ist mit solchen falschen Capitalanlagen gedient. Manche Landwirthe haben sich durch die verkehrte Verwendung von Mineraldünger um ihr Capital gebracht oder haben die Landgüter durch kostspielige Verwendungen zur unrichtigen Zeit und am falschen Orte so vertheuert, als sie unmöglich zurückerstatten können, und selbst der Tüchtigste ist unter diesen Verhältnissen nicht im Stande, das angewendete Capital rentabel zu machen, ebensowenig, als dies bei grossartigen Hüttenanlagen möglich ist, wenn der Werth der Producte dazu in keinem Verhältniss steht. Der gewöhnliche Grund dafür ist die Unkenntniss des Bodens, seiner productiven Eigenthümlichkeiten, seiner Fruchtbarkeitsbedingungen. Die grössten Fehler, welche in der Wirthschaftsführung gemacht werden, wurzeln in irrigen Voraussetzungen über den Boden und einer falschen Behandlung desselben. Deswegen ist die Fruchtfolge von so eminenter Bedeutung, deswegen ist die Behandlung und Vermehrung der Düngstoffe das wichtigste Capitel des landwirthschaftlichen A. B. C. Die Art der chemischen und mechanischen Einwirkung durch Pflanze und Dünger ist, abgesehen von einer gründlichen mechanischen Bearbeitung durch Geräthe, entscheidend für den Ertrag. Die genaueste Voruntersuchung des Bodens ist deshalb die wichtigste Ermittlung bei Beginn einer Wirthschaftsführung und sollte der wissenschaftlich gebildete Landwirth kein Mittel scheuen, was zur Kenntniss und Characterisirung beitragen kann.

Der von Boussingault in Bechelbronn untersuchte Stallmist von 30 Pferden, 30 Stück Rindvieh und 12—20 Schweinen enthielt im mittleren Zustande der Fäulniss durchschnittlich

7,41	Kohlenstoff
0,87	Wasserstoff
5,34	Sauerstoff
0,41	Stickstoff
Latus 14,03	

Transport:	14,03	
	6,67	Aschenbestandtheile
	79,30	Wasser
	100,00	

Wird solcher Dünger direct nach dem Aufbringen untergepflügt, so ergeben 100 Pfd. eine Quelle von 27,17 Pfd. Kohlensäure oder eine Düngung von 20000 Pfd. pro preussischen Morgen Stallmist würde gleich sein der Behandlung des Bodens mit 5434 Pfd. Kohlensäure (freier Kohlensäure oder in Verbindung mit einer Base). Der lösende Einfluss ist aber ein grösserer, weil ausser dem Endproduct der Kohlensäure auch die vorher entstehenden Humusverbindungen die Zersetzung befördern. Der Stallmist enthält nach Wolff im Durchschnitt 0,53 pCt. Stickstoff und mit einer Düngung von 200 Ctr. behandeln wir den Boden mit 106 Pfd. Stickstoff in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure. Beträgt die vom Pfluge bewegte Krume 1500000 Pfd., so unterliegt diese durch eine derartige Düngung der Einwirkung von 0,36 pCt. Kohlensäure und 0,007 pCt. Stickstoff in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure. Wird die Düngung alle 3 Jahre gegeben, so ergiebt dies auf 1 Jahr vertheilt, 0,12 pCt. Kohlensäure und 0,0023 pCt. Stickstoff. Erhält das Land jährlich 50 Centner Stallmist im Durchschnitt, so ergiebt dies nach obigen Annahmen 370,5 Pfd. Kohlenstoff und 26,5 Pfd. Stickstoff. Wie sich die Quantitäten auf die einzelnen Jahre vertheilen, ist von Boden, örtlichem und Jahresklima abhängig; durch künstliche Einwirkung, Bearbeitung, Lockerung und dergleichen, vermag aber der Landwirth den Umsatz zu beschleunigen und die Ernten zu erhöhen. 100 Pfd. trockenes Weizenstroh in der Form von Stoppeln, bald nach der Ernte untergepflügt, sind gleich einer Quelle von 180 Pfd. Kohlensäure, welche für die Auflösung von Bodenbestandtheilen nicht gleichgültig ist. Durch frühzeitiges Ausfahren des Stallmists, durch Conserviren auf der Düngerstätte, indem der Zutritt der Luft beschränkt wird, durch Ueberfahren von Lehm, von Teichschlamm, Moder, Torferde und dergleichen wird dem Stallmiste sein Kohlenstoff- und Stickstoff-Gehalt für die Düngung erhalten oder noch vermehrt. Nimmt man an, dass bei einer Düngung mit Stallmist von mittelbarem Fäulnissgrade die Kohlenstoffzufuhr 1500 Pfd., die

Stickstoffzufuhr 100 Pfd. betrage, so lässt sich durch Anwendung der genannten Mittel beides erheblich steigern. Der durchschnittliche Verlust des Stallmists an trockener Masse auf der Dungstätte beträgt 20—25 pCt., häufig noch mehr, was der Landwirth an die Natur abgiebt, um es später wieder sich anzueignen. Wer zwischen den Stallmist 1000 Pfd. trockenen Humus in der Form von Torferde mengt und mit einer Düngung in den Boden bringt, erhöht dadurch den Kohlenstoffgehalt um circa 400—500 Pfd., den Stickstoffgehalt um 10 Pfd. und mehr und statt obiger 1500 Pfd. Kohlenstoff würden damit etwa 2000 Pfd., statt obiger 100 Pfd. Stickstoff 110 Pfd. Stickstoff dem Boden einverleibt werden. Das Ammoniak und die Salpetersäure, welche aus Moder sich bilden, sind völlig gleichwerthig mit denjenigen Verbindungen dieser Art, welche aus Protein, Harnstoff oder Hippursäure hervorgehen. Der hohe Effect des Mastviehdüngers beruht neben dem höheren Gehalte an Nährstoffen, und unter diesen besonders auch an Stickstoff, zugleich auf dem hohen Gehalte an Lösungsmitteln, worunter wiederum der Stickstoff sehr wichtig ist, und es liegt in beidem begründet, weshalb eine Wirthschaft durch Mastviehdünger im Ertrage rasch gesteigert werden kann. Auf leichtem Sandboden und unthätigem kalten Boden hat man oft von dem Mineraldünger einen geringen directen Erfolg gesehen, während durch den alle Nährstoffe und viele Lösungsmittel enthaltenden Cloakendünger die Erträge enorm gesteigert wurden. Man hat dadurch zum Beispiel dem dürren Sandboden der Main-Ebene bei Frankfurt enorme Ernten abgewonnen und die Wirthschaft Gutleuthof mit über 2000 preussischen Morgen Land basirt auf Zufuhr der Cloaken aus Frankfurt, so dass das Nutzvieh fast sämmtlich abgeschafft wurde. Keine der früheren Wirthschaftsorganisationen mit bedeutender Viehhaltung war so einträglich. Während auf dem Boden von Annaberg bei Bonn der Mineraldünger nicht anschlagen wollte, so hat man denselben durch den Cloakendünger von Bonn in Cultur zu bringen vermocht. In früherer Zeit suchte man Wirthschaften zu heben durch Zukauf von Stroh und reichliche Einstreu und es kann diesem auch jetzt noch seine Berechtigung und Einträglichkeit für viele Verhältnisse nicht abgesprochen werden, wenn zugleich die nöthigen Mineralstoffe nicht vernachlässigt werden. Durch

Zukauf von Stroh, Oelkuchen, Kleie und dergleichen und Verwendung derselben zu einer ausgedehnten Mastung lässt sich eine Wirthschaft rascher und sicherer heben als durch Mineraldünger. Kohlenstoff und Stickstoff sind deshalb überaus wichtige Bestandtheile des Düngers und so wie die Kohlensäure unbestreitbar die kali-, natron- und kalkhaltigen Silikate zersetzt, den Basalt der Art, dass er, an der Luft liegend, nach einiger Zeit mit Säuren aufbraust, so wie sie mit den stickstoffhaltigen Verbindungen in reinem Wasser unlösliche Phosphate in Lösung bringt und dadurch in gewissen Perioden des Wachsthums in grösserer Menge zur Verfügung stellt, so kann auch vom wissenschaftlichen Standpunkte aus ihre hohe Bedeutung nicht geleugnet werden, wenn auch ihr Werth je nach Boden und Klima ein sehr verschiedener sein muss. Die Ansicht, dass einer Kohlensäurequelle im Boden kein Werth beizumessen sei, und dass die Mittel, dem Boden Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen zuzufügen, zu vernachlässigen seien, ist deshalb eine irrige und es gehört zu den Aufgaben für die Lehrer der Naturwissenschaften, derartigen Anschauungen entschieden entgegen zu treten. Der Schluss Reunings in seiner sehr werthvollen Schrift: »Justus von Liebig und die Erfahrung« 1861, in welcher er das Verhältniss von Theorie und Erfahrung in so schöner Weise entwickelt: dass der Zufuhr von Stickstoffverbindungen in den Boden wenig Werth beizumessen sei, ist nach den angeführten Versuchen nicht statthaft, indem darauf nur bei verschiedener Stickstoffzufuhr und im Uebrigen ganz gleichen Verhältnissen für die Production ein Schluss hätte gemacht werden können. Die Lehre Marons, dass der Stickstoff für die Düngung eine geringe Beachtung verdiene, wird durch die Vegetationsversuche in wässriger Lösung klar widerlegt und bei der grossen Mannigfaltigkeit der Boden- und klimatischen Verhältnisse ist es bedenklich, die auf dem japanischen Boden gemachten Erfahrungen zu generalisiren. Grundsätze, welche für einen intensiven Betrieb richtig sind, können für geringe Wirthschaften auf ganz anderem Boden und bei geringen Erträgen ganz falsch sein und der Magdeburger Rübenbauer geht deshalb unter anderen Verhältnissen oft zu Grunde. »Wir müssen zunächst auf die bestehenden Umstände unser Augenmerk richten, in welchen wir uns befinden, dann wird sich

ergeben, dass wir uns in den meisten Verhältnissen anderer Mittel bedienen müssen, um einen höheren Culturzustand unserer Felder zu erschwingen, als diejenigen sind, welche eine bereits stattfindende hohe Kultur aufrecht erhalten.« (Koppe in dem Nachtrag zu seiner »Revision der Ackerbausysteme.«)

Es würde für den Staat Preussen sicher ein Ereigniss von eminenter Bedeutung sein, wenn statt des Sperenberger Steinsalzlagers ein bedeutendes Phosphatvorkommen in der Mark Brandenburg aufgefunden wäre, aber eben so sicher ist, dass für die Cultur der dürren Sandböden dieser Provinz der im Grunde auftretende Lehm und Mergel, worauf Herr Major von Bennigsen-Förder bereits seit langer Zeit aufmerksam machte, einen höhern Werth besitzt und die Melioration dieser Böden muss mit der Zufuhr dieses Bodenschatzes Hand in Hand gehen. Für die in ihrem Wohlstande stark geschädigte Provinz Preussen würde die Entdeckung billiger Phosphatquellen sicher sehr wichtig sein, ihre Ausnutzung würde aber in sehr vielen Fällen erst durch Drainage, durch Kälken oder Mergeln, durch erhöhte Zufuhr von Kohlensäure-, Ammoniak- und Salpetersäure-Quellen ermöglicht sein. Scenen, wie sie 1860 bei Gelegenheit der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Heidelberg zwischen deutschen Landwirthen und den Vertretern der japanischen Landwirthschaft hinsichtlich der Düngung mit Stallmist oder den Aschenbestandtheilen desselben (verbranntem Stroh u. s. w.) vorkamen und eine heftige Parteinahme für und gegen eine einseitige Düngung damit zur Folge hatten, führen nur zu einer Verkennung und Vernachlässigung des unumstösslich wahren Inhalts der Liebigschen Lehre. Sowie es eine Einseitigkeit und Verirrung ist, veranlasst durch den ursächlichen Zusammenhang zwischen gewissen Krankheiten und Pilzformen ohne die exactesten Untersuchungen diesen Zusammenhang auf die meisten vegetabilischen und thierischen Krankheiten zu übertragen, so ist es eine eben so verwerfliche Einseitigkeit, allein durch den Mangel oder die Gegenwart gewisser chemischer Verbindungen einseitig Erscheinungen erklären zu wollen, welche nur in Verbindung mit der Physiologie und durch das Zusammenauftreten verschiedener Eigenthümlichkeiten begründet werden können und man hat hier »den grossen Zweck aller Naturforschung, dies Zusammenwirken

der Kräfte zu untersuchen, nie aus den Augen« zu verlieren (A. v. Humboldt). Der Anhänger und Förderer der Lehre Liebigs, welcher dem Ackerbau dadurch nützen will, hat zugleich die Bedeutung der kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Verbindungen zu betonen und nur in Verbindung damit wird im Durchschnitt unserer Bodenarten ein starker und rascher Umsatz der Mineralbestandtheile zu erwarten sein, mit dessen Geschwindigkeit die Höhe der Ernten zunimmt, und die Lehre von der Nothwendigkeit der mineralischen Pflanzennahrungsmittel ist damit wohl vereinbar. Durch die Bilance der mineralischen Pflanzennahrungsmittel in Entnahme durch die Ernten und Ersatz durch den Dünger allein wird das Gleichbleiben der Ernten nicht garantirt, wenn nicht zugleich das nöthige Quantum von Kohlensäure und Salpetersäure liefernden Verbindungen zugeführt wird, und es ist nöthig, dass über der Lehre von der Statik betreffend die mineralischen Pflanzennährstoffe die übrigen Fruchtbarkeitsbedingungen unserer Böden nicht vergessen und nicht vernachlässigt werden. Die Methode, welche Thaer in Möglin zur Steigerung der Bodenproduction anwandte und woran er als dem Hauptgegenstande seine ganze Kraft setzte, — »dem Hauptgegenstande der in und aus sich selbst hervorgehenden steigenden Kraft der Wirthschaft« (Beschreibung der Möglin er Wirthschaft) wurzelt in der Steigerung des Stickstoff- und Kohlenstoff-Umsatzes der Wirthschaft, wodurch zugleich die im Boden vorhandenen Mineralstoffe in einen rascheren Umlauf gebracht werden, und dieselbe hat und behält für den Landwirth, welcher sein Capital nutzbar anlegen muss, ihre grosse Bedeutung, nur kann diese Steigerung durch umsichtige Verwendungen mit den Hülfsmitteln der jetzigen Zeit sehr beschleunigt werden. In welcher Weise dies zu geschehen hat, welcher Werth auf die Zufuhr und Vermehrung von Lösungsmitteln durch Fruchtfolge und ausserordentliche Verwendung zu legen ist, darüber geben genaue Bodenanalysen vielfache Anhaltspunkte, welche den wissenschaftlich gebildeten Landwirth in diesen Regionen leiten, seine Anschauungen corrigiren und seinen Handlungen Direction und Sicherheit geben, zumal, wenn er es an einer Controlle durch Culturversuche mit verschiedenen Düngungsmitteln nicht fehlen lässt.

Es ist ein Fehler, sich hier auf einen Partheistandpunct zu

stellen und Thaer und Liebig einander gegenüber zu setzen, es geht vielmehr aus der angeführten Thaerschen Definition von Humus hervor, dass darunter alle im Boden nothwendigen Nährstoffe verstanden sein sollen, und wir müssen die grossartige Bedeutung der durch Liebig angebahnten schärferen Präcisirung anerkennen. Ist eine Wirthschaft auf dem Höhepunct der möglichsten Ausnutzung der atmosphärischen Nährstoffe angelangt und werden diese letzteren im Turnus der Wirthschaft hinreichend in der Form von Stallmist dem Boden zugeführt, so müssen durch den Ersatz der ausgeführten mineralischen Stoffe die Fruchtbarkeitsbedingungen erhalten bleiben. Dieser Gleichgewichtszustand kann sowohl dadurch verloren gehen, dass die nöthigen mineralischen Nährstoffe nicht zugeführt, als dadurch, dass durch Fruchtfolge, Düngung und dergleichen die atmosphärischen Bedingungen der Vegetation vernachlässigt werden. Eine deteriorirte Wirthschaft kann durch den einen oder den anderen Mangel bezeichnet sein, am schlimmsten durch beide zusammen. Es gehört häufig eine längere Zeit dazu, um den zuletzt genannten Fehler zu verbessern, wie den zuerst genannten, und der Käufer und Pächter scheut jenen nicht selten mehr als diesen.

Die chemische Analyse hat anzugeben, welche Pflanzennährstoffe der Boden in grösserer, welche in geringerer Menge enthält, und wie leicht sie durch bestimmte Lösungsmittel in Auflösung gebracht werden können. Man untersucht zu dem Zwecke die lösende Wirkung von reinem Wasser, von Kohlensäure, von kalter und heisser Salzsäure u. a. auf den Boden und man bekommt dadurch ein Bild über das Verhalten der wichtigsten Bodenbestandtheile. Dadurch dass die Chemiker übereingekommen sind, nach gleichen Methoden zu arbeiten und Lösungsmittel gleicher Concentration auf den Boden einwirken zu lassen, werden die Analysen vergleichbar, was bei den meisten der bis jetzt angestellten Analysen leider nicht der Fall ist, da sie meist nur den Gesammtgehalt der Nährstoffe angeben. Es werden so Vergleichungspunkte zwischen Bekanntem und weniger Bekanntem gewonnen. Man darf allerdings nicht erwarten, dass die Löslichkeit und Ausnutzbarkeit durch die Pflanzen in den verschiedenen Bodenarten in einem directen Verhältnisse zu der Löslichkeit bei der Analyse stehe, indem die

auf Lösung wirkende »Thätigkeit des Bodens« sehr verschieden und auch die Einwirkung der Wurzel selbst sehr wichtig ist, welche sich nach der physiologischen Eigenthümlichkeit der Pflanze, nach Bodenbeschaffenheit und Nährstoffvertheilung sehr verschieden ausbildet und ausbreitet. Der Landwirth ist aber im Stande, in vielfacher Weise die Lösungsmittel zu vermehren, und da er in der Wirthschaft es meist mit verschiedenen Bodenarten zu thun hat, so erhält er durch die genauere chemische Analyse Anhaltspunkte für die Bewirthschaftung der einzelnen Bodenarten je nach ihrer Natur und Entfernung vom Wirthschaftshofe, für die Verwendung von Nährstoffen und Lösungsmitteln, für die Mengung der verschiedenen Bodenarten, für die Fruchtfolge auf denselben. Er erhält dadurch auch Aufschluss, ob etwa zu viel Lösungsmittel, zu viel Humus und Stickstoffverbindungen bei mangelnden Mineralstoffen vorhanden sind, wodurch eine üppige einseitige Pflanzenentwicklung erfolgen kann und die Pflanzenkrankheiten wegen des hohen Stickstoffgehalts und des oft vorkommenden Lagerns in ihrer Entwicklung und Ausbreitung sehr begünstigt sind. Seitens des landwirthschaftlichen Vereins für das Fürstenthum Halberstadt ist hierauf wiederholt und in motivirter Weise aufmerksam gemacht. Ist ein Boden ungünstig in seinen physikalischen Eigenschaften, z. B. ein strenger, zäher und undurchlassender Thonboden und dabei arm an Nährstoffen, an Kalk und Humus, wie er auf dem Lias in England nicht selten vorkommt, welche Hoffnungen wird der Landwirth auf Bemühungen setzen können, den Boden nach physikalischen Eigenschaften, Nährstoffgehalt und Lösungsmitteln für eine hohe Production zu gewinnen? Ist er unter im Uebrigen gleichen Verhältnissen reich an Pflanzennährstoffen, so ist dadurch dieser Bedingung der Pflanzenentwicklung weit leichter zu genügen. Nach den Bekanntmachungen des Freiherrn von Schorlemer steht der Werth verschiedener für die Grundsteuerveranlagung in Westphalen ausgewählter Musterbodenarten in einer gewissen Relation zum Gehalte an Phosphorsäure. Ein sehr strenger Thonboden enthielt in 100 Theilen 0,025 Th. Phosphorsäure und 1,38 Humus. Wer würde zweifeln, dass derselbe Boden mit 0,1 % Phosphorsäure viel werthvoller sei, und dass er mit 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %

an Werth erheblich zunimmt? Bei 0,025% enthält er in einer Krume von 1500000 Pfd. Boden 375 Pfd. Phosphorsäure,

bei 0,1% . . 1500 Pfd.
bei 0,4% . . 6000 Pfd.

Ein auf Veranlassung des Freiherrn von Schorlemer untersuchter magerer humusarmer Sand in nasser Lage enthielt in 100 Theilen der trockenen Erde 0,0006 Theile Phosphorsäure, ein anderer Sandboden in trockner Lage 0,00035%, ein dritter nur Spuren davon; berechnet auf 1500000 Pfd. Boden ergiebt dies für den ersten Sandboden 9 Pfd., für den zweiten 5,25 Pfd. Phosphorsäure. Durch derartige Angaben wird die Characterisirung der Bodenarten wesentlich vervollständigt, wie z. B. nach Schorlemer:

Gemarkung Laer. Erste Klasse.

Krume 12" bestehend aus humusreichem sandigem Lehm in offener, trockener Lage.

Untergrund = durchlässiger Lehm oder verwitterter Kalkstein.

Der Boden enthält: 0,0988% Phosphorsäure, 1,34% Humus, 1,77% Eisenoxyd, 0,84% Kalk und 0,053% Magnesia oder

Gemarkung Laer. Sechste Klasse.

Krume 6" bestehend aus grauem, mageren Sand, in sehr trockener Lage.

Untergrund: eisenschüssiger Orsand.

Der Boden enthält 0,0006% Phosphorsäure, 1,80% Humus 2,16% Eisenoxyd, 0,072% Kalk, 0,015% Magnesia.

Zwei von Völcker untersuchte Thonböden enthielten in 100 Theilen:

	der eine	der andere
Feuchtigkeit	7,03	4,01
Organische Stoffe	12,58	8,51
Eisenoxyd und Thonerde .	11,10	11,24
Phosphorsäure	0,48	0,06
Schwefelsäure	0,11	0,19
Kalk und Magnesia . . .	0,46	0,46
Kali und Natron	0,52	0,45
Unlösliches	67,72	75,08
	100,00	100,00

Der Bestand dieser Böden ist wenig von einander abweichend, nur differirt der Gehalt an Phosphorsäure von 900 Pfd. zu 7200 Pfd. in 1500000 Pfd. Boden. Kein einsichtiger Landwirth wird dies Plus für werthlos für die Cultur halten und der Werth würde noch mehr hervortreten, wenn das Löslichkeitsverhältniss bei der Untersuchung berücksichtigt wäre. Im ersten Boden, welcher 0,48% Phosphorsäure enthält, wird der Landwirth durch Steigerung der Lösungsmittel weit mehr von diesem wichtigsten Nährstoffe aufnehmbar machen können, als im zweiten Boden mit 0,06% Phosphorsäure, und er wird auf eine solche Steigerung durch künstliche Zufuhr, Fruchtfolge und Conservirung der organischen Bestandtheile des Düngers auf der Dungstätte ganz besonders hingewiesen. Es wird angegeben, dass bei dem ersten Boden eine Kälkung einen sehr günstigen Erfolg gehabt habe, was sich durch die auf Kosten der organischen Stoffe des Bodens vermehrte Salpetersäure- und Kohlensäure-Bildung erklärt, welche zugleich die kräftigsten Lösungsmittel für die Phosphate des Bodens sind. Stohmann untersuchte einen Boden bei Weende und fand darin über 1/3% Phosphorsäure; 3 Fuder (100 Ctr.) davon, dem Dünger beigemengt, erhöhen den Phosphorsäure-Gehalt desselben um mehr als 33 Pfd., welche Menge dem Gehalte von 3 Ctr. Guano daran fast gleich kommt. Der Muschelkalkboden bei Assumstadt in Würtemberg enthält nach Wolff 0,309% Phosphorsäure, der Jurasandsteinboden von Wasseralfingen daselbst 0,203% davon. Durch 100 Ctr., welche davon in den Grund eines Schafstalls gefahren werden, wird der Phosphorsäuregehalt um 30 Pfd. resp. 20 Pfd. gesteigert und es ist gewiss, dass diese Verbindung durch die Einwirkung der Jauche zum Theil löslich gemacht wird. Der Saaleschlamm enthielt bei Jena 1865 nach Reichardt:

Thon und Sand unlöslich in Salzsäure	75,850%
Organische Substanzen mit 0,11 Stickstoff	6,243 „
Alkalien im Ganzen	0,57 „
in Salzsäure waren löslich:	
Chloralkalien	0,036%
Kieselerde	0,580 „
Gyps	0,210 „
Thonerde	0,800 „

Eisenoxyd	2,120
Manganoxyd und Oxydul .	0,330
Kohlensaurer Kalk . . .	9,316
Kohlensaure Magnesia .	2,228
Phosphorsäure	0,270

Mit jedem Fuder solcher trockener Erde bringt man 3—4 Pfd. Stickstoff, 8 Pfd. Phosphorsäure, 340 Pfd. kohlensaure Kalk- und Magnesiasalze, 180 Pfd. organische Substanzen in den Boden und wenn der Landwirth, welcher die leicht abschwemmbaren Theile seines Bodens fortlaufen lässt, ohne sie in Schlammfängen aufzufangen, dieselben auf den Gehalt an werthvollen Bestandtheilen untersuchen liesse, so würde er erschrecken davor, wie grosse Mengen davon jährlich dem Acker verloren gehen. Mayer von Kupferzell sagte im vorigen Jahrhundert: »der Grundsatz aller gesegneten Mischungen ist der: man menge nicht einerlei, sondern Erdreiche von verschiedenen Naturen zusammen, dass das eine dem andern das gebe, was es für sich nicht besitzt.« »Es ist dem Menschen nicht möglich, der Luft, dem Regen und überhaupt der Witterung die Fruchtbarkeit zu verschaffen, hierzu ist er zu ohnmächtig. Es bleibt ihm aber alle Zeit möglich, diese der Erde zu geben. Ist er im Stande, der Erde die Bestandtheile der Pflanzen zu verschaffen, ihnen den Eingang in sie zu öffnen und sie ihnen für beständig zu erhalten, so hat er die Fruchtbarkeit der Erden befördert.« »Meine Absicht ist keine andere, als dem Landmanne zu sagen, dass er, das Feld fruchtbar zu machen, die Erdarten mischen müsse, und ihn zu belehren, welche von den Erdreichen er glücklich mischen könne.« Eine genaue chemische Untersuchung der verschiedenen Bodenarten würde den Landwirth darüber belehren, dass in diesen Sätzen viel Wahrheit steckt und grosse wirthschaftliche Vortheile daraus gezogen werden können. Die Unbekanntschaft mit der Zusammensetzung erschwert die richtige Auswahl und der sehr abweichende Bestand in Verbindung mit der Verschiedenheit der Verwendung erklärt die so sehr differirenden Resultate bei verschiedenen Landwirthen.

Ein Gehalt von fast $^1/_2$% Phosphorsäure im Boden ist unter allen Umständen, auch wenn sich augenblicklich nicht viel im leicht löslichen Zustande befinden sollte, ein grosser Schatz. Mir ist ein

anderer kalkhaltiger Thonboden, auf Pläner-Kalkstein lagernd, mit hohem Phosphorsäure-Gehalt bekannt, welcher mit grossem Vortheil gekälkt wird. Der Landwirth kälkt seinen kleemüden Acker, um ihn wieder kleefähiger zu machen, und es ist bekannt, dass der stickstoffreiche Klee weniger gegen Stickstoffzufuhr als gegen die entsprechenden mineralischen Nährstoffe dankbar ist. Wo diese aber im Boden fehlen oder nur schwach vertreten sind, wird auch durch Lösungsmittel wenig aufgeschlossen werden und gehört es zu den wirthschaftlich gefährlichsten Dingen, die Entnahme von Mineralstoffen ohne entsprechenden Ersatz so weit auszudehnen. Der Jahre lang fortgesetzte Anbau von Waldboden ohne Düngung und die einseitige Zufuhr von Mergel haben auf manchen Böden traurige Beispiele hierfür geliefert. Der für einen lohnenden Pflanzenbau nothwendige Vorschuss von Nährstoffen im Boden ist dann oft nur durch grosse und kostspielige Opfer wieder herzustellen und die sogenannten ausgesogenen und abgemagerten Grundstücke bedürfen mit den Nährstoffen zugleich die Lösungsmittel in grösserer Menge.

Ein von Hellriegel untersuchter humusreicher Boden enthielt 29,68 % organische Substanzen, 0,21 % Phosphorsäure mit 0,59 % Stickstoff, ein anderer ergab 0,04 % Phosphorsäure und 0,13 % Stickstoff. In einem Fuder jenes Bodens ist mehr Stickstoff als in einem Fuder Stallmist und der Phosphorsäuregehalt beträgt $^2/_3$ desjenigen vom Stallmist. Wer wird ohne Analyse hier unter allen Verhältnissen die richtige Auswahl zur Benutzung treffen können?

Ein anderer von Völcker untersuchter Thonboden enthielt nur 0,01 % Phosphorsäure, was auf eine Ackerkrume von 1500000 Pfund Boden 150 Pfd. ausmacht. Fünfzehn starke Weizenernten entnehmen aber einem Boden mehr als diese 150 Pfd. Phosphorsäure. Ein solcher Boden ist arm aus Mangel an den wichtigsten Pflanzennährstoffen und sind die übrigen Bedingungen günstig, so wird eine Düngung mit Phosphaten die Erträge steigern.

Grouven zog aus 13 fruchtbaren Bodenarten einen Durchschnitt und erhielt dabei in Procenten:

Lösliche Mineralsalze	11,488.
Humus	7,037.
mit 0,155 Stickstoff:	
Kali	0,210.
Natron	0,139.
Kalkerde	1,806.
Magnesia	0,326.
Eisenoxd, Manganoxyd und Thonerde	5,369.
Phosphorsäure	0,126.
Schwefelsäure	0,036.
Chlor	0,005.
Wasserextract { Mineralstoffe	0,061.
Wasserextract { Humus	0,044.

Er vergleicht damit den Boden von Salzmünde:

Sand und Thon	82,45.
Mineralstoffe in heisser Salzsäure lösl.	14,12.
Humus	3,43.

Mineralstoffe:

Kali	0,635.
Natron	0,127.
Kalkerde	1,677.
Magnesia	0,687.
Eisenoxyd	2,835.
Maganoxyd	0,030.
Thonerde	5,096.
Schwefelsäure	0,059.
Phosphorsäure	0,059.
Kieselerde	1,785.
Kohlensäure	0,801.
Chlor	0,002.
Verlust	0,033.
Gesammt Stickstoff	0,108.

Wasserextract (gelöst in der vierfachen Menge kalten Wassers):

Mineralstoffe	0,047.
Organische Substanzen	0,025.

Der seinem Ursprunge nach auf die nordischen Urgebirgs- und Kreidegesteine hindeutende Diluvial-Mergelboden von Salzmünde ent-

hält dreimal so viel Kali und noch nicht halb so viel Phosphorsäure als der Durchschnitt. Es erklärt sich daraus, weshalb auf diesem Boden die Düngung mit Phosphaten einen sehr bedeutenden, die mit Kalisalzen einen geringen Erfolg gehabt hat und weshalb Superphosphat mit Peruguano in grosser Menge künstlich zugeführt werden.

Enthalten die Böden gewisse schädliche Bestandtheile, so ergiebt sich die Abhülfe aus der Kenntniss ihrer Natur, während der Unkundige im Dunklen tappt. Besonders interessant sind in dieser Beziehung vier von Völcker untersuchte Bodenarten:

A. Ein Salzboden mit Kochsalz und Kalksalpeter überladen.

B. Ein Torfboden von Meare.

C. Boden vom Harlemer Meere mit vielen schwefelsauren Eisensalzen

D. Unfruchtbarer Boden von Sandy in Bedfordshire.

A.

Feuchtigkeit	10,86
Organische Substanzen u. chemisch gebundenes Wasser	4,84
Eisenoxyd und Thonerde	11,28
Kochsalz	11,61
Phosphorsäure	2,35
Kohlensaure Kalkerde	5,21
Salpetersaure Kalkerde	2,32
Chlorkalium	2,31
Unlösliches	49,22
	100,00
Stickstoff	0,24%

Durch Beimengung zum Dünger oder durch Auffahren auf andere Bodenarten würde sich ein solcher Boden sehr hoch verwerthen lassen.

3 Fuder davon enthalten 235 Pfd. Phosphorsäure, 232 Pfd. salpetersaure Kalkerde, 231 Pfd. Chlorkalium und 24 Pfd. Stickstoff.

B. (Torfboden.)

Organische Substanzen u. chemisch gebundenes Wasser	97,760
Eisenoxyd und Thonerde	0,536
Schwefelsäure	0,051
Magnesia	0,144
Kali	0,131
Natron	0,065
Phosphorsäure	0,053
Kohlensaure Kalkerde	0,855
Kieselerde	0,405
	100,00

1,428% Stickstoff.

C. (Vom Harlemer Meer.)

Organische Substanzen u. chemisch gebundenes Wasser	14,71
Eisenoxyd und Thonerde	9,27
Eisenvitriol	0,74
Zweifach Schwefeleisen	0,71
Schwefelsäure (mit Eisenoxyd verb.)	1,08
Gyps	1,72
Magnesia	0,73
Kali	0,53
Natron	0,32
Kochsalz	0,09
Phosphorsäure	0,27
Unlösliches (Thon)	69,83
	100,00

0,52% Stickstoff.

D.

Organische Substanzen u. chemisch gebundenes Wasser	4,27
Eisenoxyd und Thonerde	3,84
Eisenvitriol	1,05
Zweifach Schwefeleisen	0,56
Latus	9,72

Transport	9,72
Gyps	0,85
Magnesia	0,96
Kali und Natron	0,47
Phosphorsäure	0,09
Unlösliches (meist Sand) . . .	87,91
	100,00.

Analysen haben ergeben, dass derartige Bodenarten mit hohem Gehalte an schwefelsauren Eisensalzen auch bei uns vorkommen, und ehe sie beseitigt sind, kann auch ein hoher Gehalt an Pflanzennährstoffen nicht zur Wirksamkeit gelangen. In einem sehr strengen und sauren Knick der Eiderstädter Marschen fand Stöckhardt 0,415 % Phosphorsäure. Sauer reagirten nach demselben die Marschen bei einem Gehalte von 0,21 — 0,64 % Kalkerde, basisch bei über 0,87 % Kalkerde. Ein saurer Knickboden in der Provinz Groningen gab an Wasser Humussäure und kohlensaures Eisenoxydul ab.

Die Einwirkung von reinem destillirten und kohlensäurehaltigen Wasser auf die Ackerkrume untersuchte in der neuesten Zeit Professor Cossa in Pavia bei 37 italienischen Bodenarten. Der Auszug mit kaltem destillirtem Wasser betrug 0,064—0,688 % des Bodens, im Mittel 0,1427 % und zwar mehr organische als mineralische Stoffe enthaltend. Das mit Kohlensäure gesättigte Wasser löste im Verhältniss 1 : 1,790 mehr auf und mit dem bezeichnenden Unterschiede, dass in diesem Auszuge verhältnissmässig mehr mineralische Stoffe enthalten waren, als in dem Auszuge durch destillirtes Wasser.

Franz Schulze untersuchte mehrfach wiederholte Wasserauszüge eines fruchtbaren Bodens von Goldberg, um dadurch einen Maassstab für die nachhaltige Fruchtbarkeit des Bodens zu gewinnen. Die Erde enthielt 4 % Humus und im Ganzen 0,204 % Stickstoff. Aus 100 Theilen der geglühten Erde wurde durch Auskochen mit starker Salzsäure extrahirt:

2,420 Kalkerde
0,308 Magnesia
0,068 Kali
0,075 Natron

0,285 Phosphorsäure.

Durch wiederholtes Auslaugen mit reinem Wasser wurde erhalten aus 1000 Gramm Erde nacheinander:

1.	— 0,535	Gr.	trockene	Masse,	darin	0,0056	Gr.	Phosphors.
2.	— 0,120	„	„	„	„	0,0082	„	„
3.	— 0,261	„	„	„	„	0,0088	„	„
4.	— 0,203	„	„	„	„	0,0075	„	„
5.	— 0,260	„	„	„	„	00,069	„	„
6.	0,200	„	„	„	„	0,0044	„	„
zusammen	1,579	„	„	„	mit			

0,839 Gr. mineralisch. Stoffen u. 0,0414 Gr. Phosphors.

Es geht aus dem Angegebenen hervor, dass ein solcher Boden bei seinem hohen Phosphorsäure- und Stickstoffgehalte nachhaltig viel Phosphorsäure an die Pflanzen wird abgeben können. Bei verschiedenen Bodenarten ist dies durch die physicalischen Verhältnisse derselben und das Clima wesentlich mit bedingt und es leuchtet ein, dass die Resultate der chemischen Untersuchung verschiedener Bodenarten nur unter dieser Beschränkung mit einander verglichen werden können.

Heyden prüfte vergleichend bei 2 Ackerkrumen und ihrem Untergrunde die Löslichkeit der Phosphorsäure und erhielt dabei folgende Resultate:

	Löslich in Salzsäure	Wasser
Ackererde A.	0,137% . . .	0,0057
Untergrund A.	0,147 „ . . .	0,0026
Ackererde B.	0,165 „ . . .	0,0053
Untergrund B.	0,153 „ . . .	0,0019

und aus einem Boden, woraus Wasser nur 0,0053% Phosphorsäure auflöste, wurde durch eine einprocentige Sodalösung 0,0089% extrahirt. Besonders interessant ist hierbei der grosse Unterschied in den Wasserextracten der Oberkrume und des Untergrundes und der Landwirth ersieht daraus, dass, wenn er solchen Untergrund sogleich tief in die Höhe pflügen will, er den nächsten Ernten in der oberen Krume weniger Nährstoffe zur Verfügung stellt, wenn er nicht zugleich durch Anwendung von Lösungsmitteln, wie gebrannter Kalk, auf eine vermehrte Auflösung hinwirkt. Nach dem

Kälken mit 80 Berliner Scheffeln Kalk pro preussischen Morgen konnten auf einem tief gepflügten Boden mit schlechtem Untergrunde sogleich Runkelrüben gebaut werden.

Die Löslichkeit in verdünnter Salzsäure im Verhältniss zu dem Unlöslichen untersuchte Wicke bei dem Nilschlamme, in der Nähe von Theben in Aegypten aufgenommen, und es ist dies ein instructives Beispiel für das Löslichkeitsverhältniss bei einem der fruchtbarsten Bodenabsätze. Der bei 120° getrocknete Schlamm enthielt

	in verdünnter Salzsäure		
	löslich	unlöslich	im Ganzen
Eisenoxyd	15,992	5,095	21,087
Thonerde	10,341	7,385	17,726
Kalkerde	1,817	0,933	2,750
Magnesia	2,271	0,933	3,204
Kali	0,691	0,552	1,243
Natron	1,283	2,127	3,410
Phosphorsäure	1,070	—	1,070
Kieselerde	12,098	26,801	38,899
Chlor	—	0,744	0,744
Chemisch gebundenes Wasser u. organische Substanzen	—	9,426	9,426
			99,559

Schwefelsäure war nur in Spuren vorhanden.

Diesen Untersuchungen reihen sich die von Wolff in Hohenheim ausgeführten und sich auf die Verwitterungsproducte des Muschelkalks und bunten Sandsteins in Würtemberg beziehenden Bodenanalysen unmittelbar an und sowie sie zu den ausführlichsten und interressantesten dieser Art gehören und den Weg andeuten, auf welchem die Analyse allein, von dem Gestein durch die Verwitterungsproducte zum Boden übergehend, Licht in diese dunklen Gebiete zu bringen vermag, so bekunden sie auch das hohe Interesse für die naturwissenschaftliche Begründung der Bodenproduction, welches in der landwirthschaftlichen Centralstelle zu Stuttgart zu dem Antrage geführt hat, die Grundlagen des Würtembergischen Wohlstandes in dieser Weise ermitteln zu lassen. Diese Erkenntniss an dieser hohen Stelle scheint ein Zeichen zu sein, dass ein Wende-

punkt in den Anschauungen hierüber eingetreten ist und die Prüfungen der materiellen Bedingungen des Wohlstandes und Reichthums der Völker künftig weniger vernachlässigt werden, als es bisher leider geschehen ist, und dass die Zeit nicht mehr fern ist, in der man den geologischen Reichsanstalten die pedologischen Bureaux anreihen wird, in denen man auch durch eine wissenschaftliche Begründung der Bodenkunde den Satz des alten französischen Schriftstellers zur Wahrheit werden lässt, welchen Rückert in seinem Feldbau bereits anführt:

> En un mot, il faut faire de la culture des terres la première affaire d'Etat.

Es ist gewiss, dass durch eine derartige ausgedehnte Untersuchung manche ungeahnte Aufschlüsse erhalten werden, wodurch die Bodenproduction eminent gesteigert werden kann, deren Auffindung zur Zeit noch in das Gebiet des Zufalls gehört.

Beispielsweise seien hier von den ausführlichen Wolffschen Untersuchungen nur die Analysen vom Untergrunde eines Muschelkalkbodens und der Ackerkrume eines Buntsandsteinbodens mit dem Verhältnisse der in kalter Salzsäure löslichen Bestandtheile zu der Gesammtmenge derselben angeführt:

Untergrund des Muschelkalkbodens.

	im Ganzen	in kalter Salzsäure löslich.
Wasser bei 125 ° sich verflüchtigend	1,2480	—
Glühverlust	1,4140	—
Kohlensaurer Kalk	35,2000	35,200
Kohlensaure Magnesia	22,7670	22,767
Kalkerde	0,1587	—
Magnesia	0,3587	—
Eisenoxyd	2,1490	1,951
Thonerde	7,7147	0,354
Phosphorsäure	0,4188	0,4187
Schwefelsäure	0,0330	0,0330
Kieselerde	24,6950	0,0230
Kali	2,8204	0,0531
Natron	0,1241	0,0161
	99,1014	

Ackerkrume des Buntsandsteinbodens.

	im Ganzen	in kalter Salzsäure löslich.
Wasser u. organische Substanzen	10,9642	—
Kieselerde	73,0505	0,1393
Thonerde	9,1640	0,9012
Eisenoxyd	2,5463	1,4267
Manganoxydul und Oxyd . . .	0,2083	0,0883
Kohlensaurer Kalk	0,2300	0,1183
Kalkerde	0,1158	—
Magnesia	0,2167	0,0610
Schwefelsäure	0,0304	0,0272
Phosphorsäure	0,0940	0,0654
Kali	2,7214	0,0701
Natron	0,3859	0,0031
	99,7275	

Eine Vergleichung dieser Analysen ergiebt, wie grosse Quantitäten von Nährstoffen sich der Lösung in kalter Salzsäure entziehn und dass die gelösten Quantitäten dagegen sehr gering sein können, ferner, dass die Phosphorsäure weit leichter in Lösung gebracht wird als das Kali. Im Phosphorsäuregehalt unterscheiden sich beide aber so wesentlich, dass der Untergrund des Muschelkalkbodens über 4mal mehr davon enthält als die Ackerkrume des Buntsandsteinbodens, und dazu kommt, dass von dem Gehalte des letzteren nur $^2/_3$ in verdünnter Salzsäure löslich ist, während die Phosphorsäure des Muschelkalkbodens sämmtlich davon aufgelöst wird. Jn dem Gehalte an Kali und der Löslichkeit in verdünnter Salzsäure differiren beide nicht erheblich. Indem sich hier also der Untergrund des Muschelkalkbodens nach Nährstoffgehalt und Löslichkeit weit günstiger herausstellt als die Oberkrume des Buntsandsteinbodens, so ist er im Verhältniss zu dem Untergrunde eines von Wolff untersuchten Buntsandsteinbodens in dieser Hinsicht noch viel werthvoller. Wolff fand, dass von der Phosphorsäure desselben bei einem Gesammtgehalt von 0,0498 % durch kalte Salzsäure nur 0.0219 %, also weniger als die Hälfte, und vom Kali bei einem Gesammtgehalte von 2,6499 % nur 0,036 % dadurch aufgelöst wurden. Diese Verschiedenheit des Untergrundes

hat aber einen in hohem Grade bestimmenden Einfluss für den Werth des Bodens für die Production und derselbe ist um so wichtiger, als wir auf den Untergrund nur in geringerem Grade einwirken können. Der hohe Gehalt des Muschelkalkbodens an kohlensauren Erdalkalien weist darauf hin, dass in solchem unter sonst gleichen Verhältnissen aus dem zugeführten Dünger in bestimmter Zeit weit mehr Lösungsmittel gebildet werden müssen, als in dem kalkarmen Boden, und die Pflanzenentwicklung deshalb innerhalb dieser Zeit besonders rasch gefördert werden muss. Schon oben ist aber bereits hervorgehoben, welchen Werth dies haben muss, indem Aufnahme und Assimilation sich in bestimmten Perioden rascher vollziehen, während das Wachsthum in anderen Perioden langsam fortschreitet oder stille steht.

Vergleicht man die Löslichkeit dieser Bodenbestandtheile mit derjenigen bei dem angeführten Nilschlamme, so erkennt man den grossen Unterschied leicht. Die Salzsäure löst in letzterem vom Eisenoxyd $^3/_4$ des Ganzen, von der Thonerde weit über die Hälfte, von den alkalischen Erden $^2/_3$, vom Kali über die Hälfte und vom Natron über $^1/_3$, die Phosphorsäure sämmtlich, von der Kieselerde fast $^1/_3$. Bei den Würtemberger Verwitterungsböden sind die Bruchtheile zum Theil sehr klein und geringfügig.

Auch in der preussischen Rheinprovinz hat man versucht, Beiträge zur Kenntniss seiner primitiven Bodenarten und der Ursprungsgesteine durch die chemische Analyse zu erhalten und seitens der Landwirthschaftlichen Academie Poppelsdorf waren auf der Pariser Ausstellung 1867 die wichtigsten derselben mit dem Bemerken ausgestellt, dass die chemische Analyse noch nicht beendigt sei und das Resultat derselben deshalb noch nicht habe angegeben werden können.

Wer das deutsche Gebirgsland an verschiedenen Stellen bereist hat und auf die Art der Bodenbildung je nach dem Ursprungsgestein aufmerksam gewesen ist, fand sicher manche Bekannte unter diesen ausgestellten Bodenarten und sie deuten ebenfalls an, dass man der Bodenuntersuchung wieder mehr Beachtung zu schenken beginnt. Die schöne Ausstellung landwirthschaftlicher Producte seitens dieser Akademie und derjenigen organischen und mineralischen Stoffe, welche in einer bestimmten Gewichtsmenge

davon vorkommen, oder daraus durch die technische Verarbeitung gewonnen werden, hätte leicht dadurch illustrirt werden können, dass man die wichtigsten mineralischen Pflanzennahrungsstoffe, welche in einer bestimmten Quantität der Bodenarten in leichter oder schwerer löslichem Zustande vorhanden sind, in ähnlicher Weise zu leichterer Vergleichung dem Auge präsentirte.

Auch in Kurhessen hat man in der neuesten Zeit begonnen, der Bodenuntersuchung nach der von Wolff vorgeschlagenen Untersuchungsmethode mehr Beachtung zu schenken und es werden zur Zeit auf der Versuchsstation Haidau Analysen der verschiedenen Bodenarten dieses Gebirgslandes ausgeführt.

Man fängt so vereinzelt an, Bausteine für die Erweiterung unserer bezüglichen Kenntnisse zusammen zu tragen, wie lange wird es aber bei der geringen Ausdehnung dieser Untersuchungen noch dauern, ehe wir zu einer tiefern Einsicht in die Grundlagen unserer Bodenproduction gelangen werden? Wenn man in der Natur sieht, welchen Einfluss Formation und Gestein auf den Character der Vegetation haben und wie dies sogar auf die verschiedene Entwickelung des animalischen Lebens auf verschiedenen Formationen von Einfluss gewesen ist (vergleiche Festschrift für die Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Heidelberg 1860) und wie Thiere, welche in ihrer Ernährung bisher auf die eine Formation angewiesen waren, auf der andern weniger gut fortkommen, wenn man ferner weiss, wie sehr die Zahl und Grösse der Ortschaften, die Einwohnerzahl und der Viehbestand auf den einzelnen Formationsgliedern, das Schwemmland mit einbegriffen, von einander abweichen, welcher Freund der Wissenschaft sollte nicht wünschen, dies Alles naturwissenschaftlich genauer begründet zu sehen? Sowohl die Landwirthschaft als die Forstwirthschaft haben das grösste Interesse an diesen Untersuchungen und der grössere Grundbesitzer wird sowohl durch seinen Vortheil auf eine Betheiligung hingewiesen, als er auch der Wissenschaft dadurch einen hohen Dienst zu leisten im Stande ist.

Was die Aenderung im Bestande des Bodens in Folge der Cultur betrifft, so ist oben schon angedeutet, dass man nur durch die Untersuchung desselben vor und nach mehr- oder vieljährigem Anbau ein brauchbares Resultat wird erwarten können, und wäre

es sehr zu wünschen, dass sie bei den Jahrhunderte oder Jahrtausende hindurch ausgeraubten Böden, wie den virginischen Tabacksböden, den Culturböden in den Ländern um das Mittelmeer herum u. a. mehr ausgeführt wäre, um dadurch der hierüber von Liebig angeregten Streitfrage näher zu kommen. Durch die chemische Analyse allein wird man im Laufe der Zeit die Bedeutung des sogenannten »Raubbaues« zu ermitteln vermögen und Materialien für die Beurtheilung gewinnen, ob ein Ackerbaubetrieb gleich zu setzen ist der allmähligen Vernichtung der Existenzbedingungen der dadurch ernährten Menschen. Gewiss ist, dass im heutigen Ackerbau den Feldern eine Menge mineralische Pflanzennährstoffe, welche ihnen durch die Ernte entzogen sind, nicht wieder ersetzt werden und dass die Bilance der gesammten Ackerfläche eines Staates ein bedeutendes Minus im Ersatze gegen die Entnahme aufweist. Von den vorhandenen Untersuchungen verdienen hier diejenigen von Bemmelen über die niederländischen Marschen und besonders die Analysen der verschiedenen Eindeichungen am Dollart vor und nach vieljähriger Cultur erwähnt zu werden. Die Behandlung mit Königswasser löste aus 100 Theilen auf

	Marschboden		
	neu	nach 40—200 Jahren	nach 200—300 Jahren
Kalkerde . .	6,5	5,5—1,5	1,0
Magnesia . .	1,66	1,5—1,3	1,3—1,2
Kali	1,1	1,0	1,0—0,9
Natron . . .	1,1	0,23—0,1	0,1
Thonerde . .	4,5—5,0	4,5—5,0	4,5—5,0
Eisenoxyd . .	4,5	5,0—6,0	5,0—6,0
Kohlensäure .	4,8	3,8—0,8	0.
Schwefelsäure	1,0	0,36—0,02	0,2
Chlor . . .	0,73	0,08—0,02	0,2
Phosphorsäure	0,26	0,2	0,2
Humus . . .	12,0	6—10	6—10

Der Kalk ist bis auf 1% an Kohlensäure gebunden, die Magnesia meist als Silicat vorhanden. Das Unlösliche besteht zu 46—50% aus Thon und zu 14—30 aus Sand.

Die Analysen beweisen, welch' grosser Reichthum nach Jahr-

hunderte langer und lange Zeit ohne Düngung fortgesetzter Cultur in diesen Böden noch vorhanden ist.

Fragen wir nun endlich nach der Zusammensetzung der Gesteine, woraus unsere Culturböden ursprünglich oder secundär hervorgegangen sind, so zeigt sich hier auch bei dem gleichnamigen Gesteine die grösste Mannigfaltigkeit und sie gestattet den Schluss, dass die Bodenarten, welche daraus hervorgegangen sind und sich nach Lage und äusserer Beschaffenheit wenig von einander unterscheiden, doch nach ihren Fruchtbarkeitsbedingungen sehr verschieden sein müssen. Der Boniteur, welcher sein Geschäft versteht, achtet im Gebirgslande auf den Ursprung des Bodens und misst den feinerdigen Abschwemmungen von Basalt oder Kalkgebirgen einen hohen Werth bei. Die Verschiedenheit in dem Nährstoffgehalte derselben je nach der Zusammensetzung des Ursprungsgesteins kann er aber nur nach der Ueppigkeit der darauf vorkommenden Gewächse schätzen, welche durch die Menge der vorhandenen Lö sungsmittel und physikalische Eigenschaften in hohem Grade mitbedingt wird. Nach Petzholdt giebt es in Russland auch Schwarzerde, Tschernosem, welche wenig fruchtbar ist. Wie gross die Verschiedenheit der Gesteine in ihrer Zusammensetzung ist, beweisen folgende Angaben: In Doleriten des Kaiserstuhls findet man nach Dr Nessler bis 13,7 % Kali und 6,9 % Phosphorsäure, während in anderen der Kaligehalt auf $^1/_5$ %, der Phosphorsäuregehalt bis auf ganz geringe Mengen heruntergeht. Im Phonolith wird das Maximum von Kali zu 9,52 %, das Minimum zu 0,12 %, der Kalkgehalt im Maximum zu 14,81 %, im Minimum zu 1,03 % angegeben, im Basalt das Maximum von Alkalien zu 11,65 %, an Kalk und Magnesia zu 27,9 % während im Minimum von letzteren 4,31 %, von jenen nur Spuren vorkommen. Die Analysen ergeben im Granit im Maximum 14,47 % Alkalien, im Minimum 0,44 %, an Kalk und Magnesia im Maximum 11,94 %, im Minimum 0,42 %. Reichardt fand in 15 Muschelkalkarten aus der Nähe von Jena:

0,003—1,205 % Phosphorsäure,
0,002—0,087 % Kali,
0,021—0,158 % Stickstoff.

In dem mergeligen Muschelkalk von Jessenhausen fand man 2,77—2,93 % kohlensaure Alkalien, in einem andern Kalkstein nur

0,006 % kohlensaure Alkalien, in einem Stinkkalk Tyrols 0,6 % kohlensaures Kali. Während die Untersuchung eines Kreidegesteins in Dänemark 0,04 % Phosphorsäure, eines Muschelkalks in Schwaben 0,08 % davon ergab, enthielt ein Kalkstein aus dem Silur Englands 0,46 % Phosphorsäure. In dem Süsswasserkalk von Canstatt und dem krystallinischen Kalkstein von Carrara dagegen konnte man keine Spur von Phosphorsäure mehr nachweisen. In einzelnen granitischen Gesteinen steigt der Gehalt daran bis über 1½ %, im Thonschiefer bis über ¾ %. Die Bindemittel der Sand- und Conglomeratgesteine sind in ihrer Zusammensetzung ebenfalls sehr verschieden und unter den verkitteten Theilen finden sich neben Quarz noch Feldspath, Glimmer und eine ganze Reihe von Gesteinen in mehr oder weniger zersetztem Zustande vertreten.

Diese Zusammensetzung des Ursprungsgesteins kann keineswegs gleichgültig sein für den Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen und seine Fruchtbarkeit und so weisen uns diese Unterschiede auch auf eine grosse Mannigfaltigkeit in dem Bestande des Bodens hin. Ein Boden kann kalkhaltig, humos und nach seinen physikalischen Eigenschaften günstig sein für die Vegetation, muss aber je nach seinem Ursprunge hinsichtlich der in den mineralischen Nährstoffen gegebenen Fruchtbarkeitsbedingungen eine grosse Verschiedenheit zeigen.

Schliesslich sind zum Anschlusse an die mechanische und chemische Bodenanalyse noch die Bestimmung der wasserfassenden Kraft, des Verhältnisses zum Wasser und zur Wärme, der Absorbtion für Wassergas aus der Atmosphäre und für wichtige Pflanzennährstoffe hinzuzufügen. Sowie durch das Verhältniss zur Feuchtigkeit und Wärme in erster Linie bestimmt wird, ob ein Boden für den Ackerbau zu verwerthen ist oder nicht, so ist auch die Art der Absorbtion für Pflanzennährstoffe sehr wichtig dafür, in welchem Grade der Ackerbau lohnend gemacht werden kann.

Der Thonboden ist in dieser Hinsicht von dem Sandboden sehr verschieden. Während der Landwirth genöthigt ist, auf jenen eine Menge Lösungsmittel einwirken zu lassen, um der Vegetation eine hinreichende Menge Pflanzennährstoffe zur Verfügung zu stellen, ist die Absorbtion im Sandboden häufig eine so geringe, dass die Gefahr, dass grössere Mengen von Nährstoffen dem Untergrunde

zugeführt werden, in sofern zu berücksichtigen ist, dass man schwächere und öfter wiederholte Düngungen geben muss; das Mittel aber, durch dessen Anwendung bei Sandboden das Verhältniss zur Feuchtigkeit verbessert wird, erhöht zugleich die Absorbtion für die Pflanzennährstoffe — es ist der Lehm, welcher in grosser Verbreitung in der Nähe des Sandbodens vorkommt.

Diesen Andeutungen mögen noch einige Bemerkungen des bekannten englischen Chemikers Völker, welcher in der neuern Zeit auf die chemische Bodenanalyse ein hohes Gewicht legt, betreff ihres Werthes angereiht werden. Völker bemerkt:

Jeder Boden, welcher feucht blaues Lackmuspapier schnell röthet, enthält eine schädliche Substanz, indem gute und fruchtbare Erden entweder neutral sind oder schwach alkalisch reagiren. Die Säure kann in zuviel Humussäure oder zuviel Eisenvitriol bestehen, zuweilen in Verbindung mit Pyrit, welches in unfruchtbaren Böden vorkommt. Ein Boden ist unfruchtbar bei einem Gehalte von 0,5% Eisenvitriol und bei 1% ist ein Pflanzenwachsthum überhaupt nicht möglich. Eine sorgfältig ausgeführte und mit Sachkenntniss gedeutete Analyse giebt nach Völcker Auskunft:

1. Ob ein Boden ertraglos ist in Folge eines Gehalts von schädlichen Substanzen (Eisenvitriol) oder durch ein schädliches Uebermaass an löslichen Salzen (Kochsalz, salpetersaure Salze etc.)
2. Ob der Boden in Folge eines Ueberwiegens eines der mechanischen Gemengtheile (Thon, Sand, Kalk, Humus) eine unvortheilhafte Mischung besitzt.
3. Ob der Boden Mangel leidet an Kalk, Phosphorsäure, Kali oder mineralischen Pflanzennährstoffen im Allgemeinen.
4. Ob der Boden durch Kalk-, Mergel- oder Thondüngung verbessert werden kann und welcher dieser Stoffe am vortheilhaftesten erscheint.
5. Ob Specialdünger (Superphosphat oder Ammoniaksalze) auf einen Boden verwendet werden können, ohne demselben nachhaltig zu schaden, oder ob Stallmistdüngungen erforderlich

sind, durch welche alle dem Boden entzogenen Stoffe ersetzt werden.

6. Welche käuflichen Dünger für einen Boden die geeignetsten sind.
7. Ob die im Erdboden enthaltenen Nährstoffe darin im assimilationsfähigen oder inerten Zustande vorhanden sind.
8. Ob Tiefpflügen und Dampfpflügen für einen Boden empfehlenswerth erscheinen, um die natürlichen Quellen der Fruchtbarkeit zu befördern.
9. Ob ein Thon mit Vortheil zur Düngung benutzt werden kann und ob im gebrannten oder ungebrannten Zustande.

Der Berichterstatter Peters setzt diesem die sehr zu beachtende Bemerkung hinzu: »Eine richtige Auslegung der Analyse (ist) erforderlich, welche eine genaue chemische und landwirthschaftliche Sachkenntniss voraussetzt.«

Ich glaube in den früheren Auseinandersetzungen hinreichend entwickelt zu haben, mit welchen Modificationen diese Sätze Völkers richtig sind und dass der Landwirth Grund hat, stets auf die Richtigkeit seiner Anschauungen die Probe zu machen. Diese ist der Versuch — die Erfahrung. Die bisher zuweilen falsch ausgefallenen Schlüsse aus der chemischen Bodenanalyse erklären sich daraus, dass man sie in einseitiger Weise ausser Zusammenhang mit den übrigen Fruchtbarkeitsbedingungen aufgefasst hat, ohne welche die wichtigsten Bodenbestandtheile für den Anbau nicht direct verwerthet werden können, und haben die Interesselosigkeit in manchen Kreisen zur Folge gehabt, welche als der grösste Feind des Guten angesehen werden muss. Ich hoffe bewiesen zu haben, dass in einer umfassenden Untersuchung des Bodens auch die chemische Analyse als sehr werthvoll nicht fehlen darf und dass sie grade für den practischen Betrieb, Organisation, Verwerthung der Bodenmaterialien, für den gebildeten Landwirth als eine Nothwendigkeit angesehen werden muss. Man wird von den Analysen nicht immer einen Umsturz der bisherigen Wirthschaftsorganisation fordern können und der ausübende Landwirth erwartet hier, so wie auch auf andern Gebieten, oft zu viel von der Wissenschaft. Er sollte zufrieden und es sollte ihm eine grosse Genugthuung und Ehre sein, wenn die Wissenschaft die Richtigkeit seiner Wirthschaftsführung

bestätigt. Sie giebt ohne Zweifel seinen Bestrebungen und Handlungen eine grössere Sicherheit und um so mehr, je mehr er Einsicht hat von dem naturgesetzlichen Verhältnisse der Organismen und ihrer Entwicklung zu den ausserorganischen Bedingungen, welche sie voraussetzen. Ich kann nicht umhin, hier an die schönen Worte zu erinnern, wodurch der alle Naturerscheinungen mit gleicher Liebe umfassende A. v. Humboldt in seiner Einleitung zu »Ingenhousz über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens« die Bedeutung der Naturwissenschaften auch für den Pflanzenbau — »die edelste und wichtigste Beschäftigung der Menschen« — darzulegen sucht und zwar zu einer Zeit, (1798), wo man eben angefangen hatte, die Entdeckungen der antiphlogistischen Chemie auf die Manufacturen in Anwendung zu bringen:

»Je tiefer wir in das Dunkel der organischen Kräfte eindringen, je mehr wir von dem grossen Lebensprocesse errathen, durch den alle vitalen Erscheinungen im Thier- und Pflanzenreich bewirkt werden, desto eher dürfen wir hoffen, die Mittel aufzufinden, durch welche die schnellere Entwicklung der Organe und die Veredlung ihrer Säfte befördert wird. Sollte das Resultat dieser Untersuchungen auch sein, dass der Ackerbau nach eben der Methode fortbetrieben werden müsse, welche man durch das Ansehn mehrerer Jahrtausende unerschütterlich fest gegründet glaubt; sollten die künftigen Physiker selbst rathen, dass man die Erdarten wie bisher zu mischen, das Feld wie bisher zu düngen fortfahre: so würde jene Verbindung der Chemie und Oekonomie dennoch keineswegs so fruchtlos gewesen sein, als der rohe Practiker uns zu überreden sucht. Es geht mit dem Pflanzenbau, wie mit der ausübenden Medicin, mit der Pflege des vegetabilischen Körpers wie mit der des animalischen. Man spricht von bisheriger Methode, von bisheriger Verfahrungsart, eben als wenn alle Oekonomen und Aerzte sich längst über allgemein gültige Principien vereinigt hätten. — Ohne die Erfahrungen der Physiker zu kennen und von diesen in ihren Grundsätzen irre gemacht zu werden, haben praktische Oekonomen selbst über die Vorbereitung des Bodens, über die Ruhe, welche ihm neue Kräfte verschaffen soll und über die Behandlung der aufkeimenden Gewächse gestritten. Führt daher auch unsere erweiterte Naturkenntniss weder auf die Erfindung

neuer Heilmittel, noch auf die einer noch nie gebrauchten kräftigen Dungart — so wird sie doch wohlthätig genug für die Menschheit sein, wenn sie unter entgegengesetzten Methoden wählen, die alltäglichsten, aber noch immer unenträthselten Phänomene erklären und einen causalen Zusammenhang zwischen Wirkungen einsehen lehrt, von deren Einfluss oft der Wohlstand der zahlreichsten und wichtigsten Menschenclasse abhängt.«

Es wäre gut, wenn die Landwirthe, welche mit einer gewissen partheiischen Verachtung auf die Wissenschaft und ihre Resultate blicken, die Wissenschaft wenigstens zu respectiren lernen und sich weniger der Einsicht verschliessen wollten: dass sie Grosses zu leisten, Vieles nicht zu leisten im Stande ist. Die Anforderungen, welche der Landwirth vielfach an die Wissenschaft gestellt hat, setzen die Möglichkeit voraus, die Naturgesetze zu ändern, wie es wünschenswerth erscheint, und er bedenkt dabei nicht, dass es in der Landwirthschaft Hauptaufgabe ist, bestimmte naturgesetzliche Grundlagen für sich nutzbar zu machen. Sein Glück hängt davon ab, wie er dies versteht, wie er befähigt ist, überall, wo ihn Herkommen oder sein Wille zur Verwerthung seiner Kraft angesiedelt haben, nach den Umständen, nach Boden, Klima, Verkehr, Conjuncturen, Capital, Betriebsmitteln u. s. w. zu individualisiren und die Fruchtfolge, die chemische und mechanische Behandlung des Bodens diesen Grundlagen anzupassen. Die Naturkräfte bleiben dabei stets dieselben!

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Methode der Bodenuntersuchung.

In der neueren Zeit ist ein ausführlicher Entwurf dazu in dem Werke von E. Wolff

»Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe. 2. Auflage. 1867«

herausgekommen, welche nach der chemischen Seite hin so vollständig die bisher mitgetheilten Angaben enthält und die besten Methoden so ausführlich entwickelt, dass es wünschenswerth ist, sich allgemein diesem Entwurfe anzuschliessen und denselben überall als den bis jetzt besten zu acceptiren. Wie weit es Werth hat, die Untersuchung auf alle in dem Entwurfe berührten Verhältnisse auszudehnen, wird noch von weiteren Prüfungen abhängen müssen, es erscheint aber, um rascher zum Ziele zu kommen, nothwendig, das Wesentliche von dem Unwesentlichen möglichst zu sondern. Wenn ich nachfolgend einige Vorschläge zu machen mir erlaube, so geschieht dies, um die Aufmerksamkeit auf einige Gegenstände zu lenken, welche mir als wichtig erscheinen.

1. Die mechanische Analyse.

Die Methoden derselben gründen sich zum Theil darauf, dass die einzelnen Bestandtheile des Bodens räumlich eine verschieden grosse Ausdehnung, oder darauf, dass sie im Wasser eine verschieden grosse Fallgeschwindigkeit besitzen.

Bei der ersten Methode kommt nur die Verschiedenheit der räumlichen Ausdehnung in Betracht, bei der zweiten ist neben diesem Factor noch das specifische Gewicht von wesentlichem Einfluss.

Beide Methoden müssen deshalb in dem Resultate nicht ganz übereinstimmen. Bei der ersten Methode benutzt man verschiedene Siebe mit bestimmter Grösse der einzelnen Maschen und die Ge-

nauigkeit derselben ist dadurch bedingt, dass diese Maschen in ihrer lichten Oeffnung nicht zu sehr variiren. Die Verkleinerung der Maschen kann aber nicht bis zu dem geringen Durchmesser der kleinsten Bodentheile ausgedehnt werden und wird die Methode dadurch beschränkt, während sie für die gröberen Gemengtheile sehr werthvoll ist. Sie kann aber um so weiter Anwendung finden, jemehr die Technik in der Anfertigung feiner Siebe fortschreitet. Will man bei der zweiten Methode die verschiedene Fallgeschwindigkeit im Wasser zur Trennung benutzen, so kann man dazu in Ruhe befindliches oder strömendes Wasser verwenden. Bringt man einen durch Behandeln mit kochendem Wasser fein zertheilten Boden auf die Oberfläche einer in Ruhe befindlichen Wassersäule, so bewegen sich die einzelnen Bestandtheile je nach dem Grade ihrer Fallgeschwindigkeit verschieden rasch nach unten und man kann dadurch, dass man die Wassersäule zu einer bestimmten Zeit theilt, die rasch und weniger rasch fallenden Theile von einander sondern. Die ältere Abschlämmungsmethode unter Anwendung einer Schüssel, aus der die im Wasser schwebend bleibenden Theile abgegossen werden, ist eine Anwendung dieses Princips, wobei durch die Zertheilung der Bodenbestandtheile durch die ganze Flüssigkeit das Abschlämmen nur verlangsamt wird. Aendert man das Verfahren dahin ab, dass man den oberen Theil der Flüssigkeitssäule eines cylindrischen Gefässes, nachdem der Boden darin zertheilt ist, nach einer bestimmten Zeit durch seitliche Oeffnungen oder durch einen Heber entfernt, was rasch geschehen muss, so hat man ein Verfahren, wonach man auch ziemlich genau arbeiten kann, indem sich das Maximum des durchfallenen Raumes und die dazu verbrauchte Zeit feststellen und also die Fallgeschwindigkeit berechnen lässt. Durch wiederholte Anwendung dieses Verfahrens bei verschiedener Zeit kann man so die Bodentheilchen gut von einander sondern, zumal diejenigen von sehr geringem Durchmesser, bei denen die Fallgeschwindigkeit eine sehr geringe ist und die deshalb lange Zeit im Wasser schwebend bleiben. Immerhin ist es ein Uebelstand bei dem gewöhnlichen Verfahren, bei welchem der Boden durch die ganze Flüssigkeit zertheilt wird, dass, wenn a die Oberfläche der Wassermasse, b den Querschnitt, wo der obere Theil derselben von dem untern abgetrennt wird, ausdrückt: die Boden-

theilchen, welche sich anfangs unterhalb a befinden, nach der Zeit, in welcher die gleichen Bodentheilchen von a bis b fallen, schon eben so weit unterhalb b angekommen sind und dass deshalb, auch wenn die Trennung sehr rasch geschieht, gleiche Bodentheilchen in der untern und in der davon gesonderten oberen Flüssigkeitssäule vorkommen müssen. Durch eine mehrfach wiederholte Anwendung desselben Verfahrens wird diese Fehlerquelle geringer, aber niemals ganz beseitigt, und es würde deshalb zu genaueren und mehr vergleichbaren Resultaten führen müssen, wenn man durch Anwendung einer hohen Flüssigkeitssäule den zu durchfallenden Raum möglichst vergrössert und den gesammten Boden in die Oberfläche des Wassers bringt.

Will man durch strömendes Wasser die Bodentheilchen mit geringerer Fallgeschwindigkeit von denen mit grösserer Fallgeschwindigkeit abtrennen, so wird an die dazu verwendeten Apparate die Anforderung gestellt werden müssen, dass eine möglichst gleichmässige Stromgeschwindigkeit von bestimmter Stärke hergestellt werden kann, wenn überhaupt irgend wie vergleichbare Resultate gewonnen werden sollen, und es wird nöthig sein, dass man im Stande ist, die verschiedenen Bodentheilchen bei bestimmter Geschwindigkeit abtrennen zu können. Es ist hier wie bei allen Methoden, bei denen strömendes oder in der Ruhe befindliches Wasser zur Trennung benutzt wird, der Uebelstand, dass die einzelnen Bodentheilchen bei ihrer verschiedenen Fallgeschwindigkeit, indem sie mit einander gemengt sind, gegenseitig auf einander einwirken, und es ist ein Vorzug des Siebverfahrens, dass dies dabei nicht der Fall ist. Je nachdem das Verhältniss der feinerdigen zu den gröberen Bodentheilchen schwankt, muss in ruhendem Wasser mehr oder weniger die grössere Fallgeschwindigkeit des Sandes durch die geringere Fallgeschwindigkeit der feinerdigen Theile aufgehalten und letzteren eine grössere Geschwindigkeit mitgetheilt werden, als ihnen ihrer Natur nach zukommt, und eben so müssen bei strömendem Wasser die dadurch fortbewegten Bodentheilchen andern damit in Berührung kommenden Theilchen eine Bewegung mittheilen können, die allein durch die Strömung des Wassers nicht mit fortgerissen wären. Diese Fehlerquelle wird nur durch eine Wiederholung des Verfahrens hinreichend zu beseitigen sein und würde man annehmen können, dass die einzelnen Theilchen eines Schlämm-

products einer bestimmten Fallgeschwindigkeit entsprechen, wenn bei mehrfacher Wiederholung dasselbe Resultat constant erhalten wird.

Man kann die eigentlichen Schlämmapparate (mit strömendem Wasser) in zwei Abtheilungen bringen, je nachdem der Querschnitt des Schlämmglases gleich bleibt oder nicht und je nachdem entsprechend die Stromgeschwindigkeit im Glase mehr gleichmässig ist oder wechselt. Da die grössere Geschwindigkeit des Wassers bei geringem Querschnitt mehr oder weniger weit auf die geringere Geschwindigkeit bei grösserem Querschnitt von Einfluss sein muss und es dadurch erschwert wird, bei abnehmender oder zunehmender Weite der Gefässe, die Geschwindigkeit für jeden Querschnitt genau zu bestimmen, so erhellt, dass bei gleichbleibender Weite des Schlämmglases die Stromgeschwindigkeit am genauesten festgestellt werden kann. Es ist gewiss, dass eine strömende Flüssigkeit durch ihre Bewegung keine grössere Geschwindigkeit direct übertragen kann, als sie selbst besitzt, und man findet also bei gleichmässigem Querschnitt durch die Bestimmung der pro Secunde ausfliessenden Wassermenge nach Cubikmillimetern dividirt durch die Grösse dieses Querschnitts, in Quadratmillimetern ausgedrückt, einen sicheren Ausdruck für die Geschwindigkeit. Ein Glascylinder von überall gleicher Weite muss dieser Anforderung genügen, wenn zugleich die Geschwindigkeit des eintretenden Wassers keine grössere ist als die der Weite des Cylinders und ausfliessenden Wassermenge entsprechende.

Es ist auffallend, dass fast bei allen Schlämmapparaten, welche Eingang gefunden haben, eine ungleiche Stromgeschwindigkeit zur Abschlämmung benutzt wird und es scheint der Grund dafür darin gesucht werden zu müssen, dass durch die grössere Geschwindigkeit der Boden der Einwirkung des Wasserstroms in einer grösseren Zertheilung ausgesetzt werden soll. Die stärkere Geschwindigkeit bringt auch die Sandtheilchen in Bewegung, die einzelnen Theilchen werden dadurch mehr isolirt und so weit gehoben, bis die abnehmende Geschwindigkeit des Wassers der Fallgeschwindigkeit der Bodentheilchen etwa gleichkommt, von welchem Puncte dann die Theilchen mit geringerer Fallgeschwindigkeit mit fortgeführt werden. Aehnlich sucht man, um Weizen von der Spreu und den leichten Körnern zu sondern, sowohl beim Werfen als in der Frucht-

reinigungsmaschine, die einzelnen Parthieen möglichst zu zertheilen und die Theilchen einzeln der Einwirkung der bewegten Luft zu exponiren. Auch hier ist die Eigenthümlichkeit, dass die Theile von verschiedener Geschwindigkeit einander beeinflussen und das Verfahren deshalb wiederholt werden muss. Sowohl der Apparat von Bennigsen mit cylinderförmigem als derjenige von Schulze mit trichterförmigem Schlämmglase haben, wenn auch in verschiedener Weise, diese Eigenthümlichkeit und ebenso der Nöbelsche und der neulich von Müller in Stockholm angegebene Apparat, welche nach dem Schulzeschen als Vorbild und etwas modificirt angefertigt sind. Bei dem Bennigsenschen und Schulzeschen Apparat ändert sich die Stromgeschwindigkeit im Schlämmglase in verschiedener Weise. In dem Cylinder des erstern würde die Geschwindigkeit eine gleichmässige sein und den ausfliessenden Wassermengen entsprechen, wenn nicht die grössere Anfangsgeschwindigkeit des einströmenden Wassers dieselbe erhöhte. An den unteren Ausflussöffnungen steht das Wasser wesentlich unter dem Einflusse derselben, während an der oberen Ausflussmündung die Geschwindigkeit sich mehr der nach dem Querschnitt des Cylinders und der ausgeflossenen Wassermenge berechneten nähern muss. Anders ist es mit einem trichterförmigen Schlämmglase, dessen sich vergrössernder Querschnitt zur Folge hat, dass die Geschwindigkeit bis zur grössten Weite beständig abnehmen muss. Die grössere Anfangsgeschwindigkeit kann deshalb hier nicht soweit einwirken, als bei dem Bennigsen'schen Apparate. Eine Ungleichmässigkeit wird noch dadurch bewirkt, wenn der eingeführte Wasserstrom nicht central in das Schlämmglas eintritt, veranlasst durch eine seitliche Stellung des vertikalen Glasrohrs oder durch eine Biegung des Rohrs unter dem Schlämmtrichter. Dies ist bei vielen Schlämmapparaten der Fall und es entsteht dadurch am Grunde der Schlämmgläser partiell auf der einen Seite eine aufsteigende Strömung — bei dem unterhalb in einer Curve einströmenden Wasser in der Richtung der Tangente der Curve — auf der andern Seite eine absteigende und die herabfallenden schweren Theilchen der letzteren vermögen auch kleinere Partikeln wieder mit nach unten zu reissen. Eine derartige Einwirkung muss aus dem angeführten Grunde bei dem Bennigsen'schen Apparate sich weiter erstrecken als bei dem

Schulzeschen und den nach diesem Muster gearbeiteten. Bei dem Noebelschen Apparate tritt diese partielle Strömung normal auf, bei denjenigen von Schulze und Bennigsen nur dann, wenn das einführende Glasrohr nicht genau central steht. Eine andere Ungleichmässigkeit tritt noch dadurch ein, wenn die Druckhöhe des zufliessenden Wassers und damit die Einflussgeschwindigkeit abnimmt, oder wenn durch den Eintritt von Luftblasen, welche bei der grossen Differenz in dem specifischen Gewichte der Luft und des Wassers einen Druck nach oben ausüben und rasch nach oben entweichen, die Geschwindigkeit abwechselnd erhöht wird. Es können dann Theile mit übergerissen werden, deren grosse Fallgeschwindigkeit durch die normale Strömung nicht überwunden wäre.

Letztere Schwierigkeit ist nicht leicht zu beseitigen, wenn man nicht den Wasserbehälter und das Zuleitungsrohr in eine geschlossene Verbindung bringen will. Bei dem Schulzeschen und Bennigsenschen Apparat wird es dadurch erschwert, vergleichbare Resultate zu erhalten. Es kommt hinzu, dass die Apparate gleichen Namens, wie mir vergleichende Messungen bewiesen haben, durchaus nicht gleich gearbeitet sind, und von den Maassen, welche ihnen durch den Erfinder vorgeschrieben sind, bedeutend abweichen, so dass die Resultate gleichnamiger Apparate auch wegen dieser Verschiedenheit nicht vergleichbar sind, und es erhellt, dass man in keiner Weise den Apparat allein als hinreichende Garantie für die Vergleichbarkeit der Schlämmanalysen annehmen darf, sondern, dass es nothwendig ist, auf Grund der jedesmal genau gemessenen Dimensionen eines Apparats die Stromgeschwindigkeit nach der ausfliessenden Wassermenge zu berechnen und bei bestimmter und gleichmässiger Stromgeschwindigkeit abzuschlämmen.

Um betreff des Werthes der Methoden bei den einzelnen Apparaten zu einer bestimmten Ansicht zu gelangen, begann ich, die in bestimmter Zeit bei vorgeschriebener Druckhöhe ausfliessenden Wassermengen zu ermitteln, um zu sehen, in wie weit sie übereinstimmen und welche Geschwindigkeit sich daraus berechnen lässt. Ich fieng damit an, die Dimensionen des Bennigsenschen Apparats, wie er von Luhme in Berlin geliefert war, auszumessen, um zu sehen, ob er als ein vorschriftsmässiger angesehen werden konnte.

Ich führe zu den Resultaten der Messung zum Vergleiche die

Dimensionen des Normalapparats in Parenthese bei, wie sie in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft von dem Herrn Verfasser mitgetheilt sind. Die Höhe betrug 38,5 cm (40 cm normal), der lichte Durchmesser ganz oben 34 mm, bei der obersten Oeffnung 34,5 mm, bei der zweiten 35,5 mm, bei der dritten 35,6 mm, bei der untersten 34 mm (33 mm überall); die vertikalen Abstände waren: von der obersten Oeffnung zu der zweiten 9,6 cm, die zweite von der dritten 8,85 cm, die dritte von der vierten dasselbe, die vierte von unten 8,5 cm (9 cm = normaler Abstand aller Oeffnungen von einander). Die Druckhöhe des Wassers im Cylinder über dem ausfliessenden Wasser war durch einen Strich bestimmt, bei dem obersten Ausfluss zu 2,2 cm, beim zweiten zu 2,5 cm, beim dritten zu 1,9 cm (normal bei beiden 2 cm) und beim vierten 5,4 cm (5 cm), die das Wasser einführende Verticalröhre hatte unten eine lichte Oeffnung von 4 mm (3 mm), die lichte Oeffnung des ausfliessenden Seitenrohrs betrug wie normal 4 mm. Andere Apparate zeigten noch grössere Abweichungen von der Vorschrift, was auf die Stromgeschwindigkeit natürlich von Einfluss sein muss. Ich prüfte nun weiter, welche Quantitäten Wasser in gleichen Zeiten (10 Minuten) und unter sonst gleichen Verhältnissen aus den verschiedenen Oeffnungen des Apparates bei den angegebenen Druckhöhen ausflossen und fand hierbei:

	das eine Mal.	das andere Mal.
Oberste Oeffnung	3925 ccm	3950 ccm
zweite „	3967 „	4070 „
dritte „	3976 „	3675 „
unterste „	5000 „	4000 „

Ich bemerke hierzu, dass es kaum möglich war, besonders bei den untersten Oeffnungen und wie der Apparat gewöhnlich gebraucht wird, das Eintreten von Luftblasen in die Wassersäule zu vermeiden. Berechnet man die Stromgeschwindigkeit für die Cylinderweite von 33 mm nach der ausgeflossenen Wassermenge von 4000 ccm, so ergiebt sich dafür 7,79 mm pro Sekunde. Die Geschwindigkeit des durch die untere Oeffnung der Vertikalröhre eintretenden Wassers beträgt bei 4000 ccm Ausfluss und 4 mm unterer Weite der Röhre 530,5 mm pro Secunde, bei 3 mm Weite 943,08 mm, bei 5 mm Weite 339,53 mm pro Secunde und auf die grössere mitgetheilte Geschwindigkeit unterhalb muss dies deshalb von grossem Einfluss sein. Aendert sich

der lichte Durchmesser des seitlichen Ausflussrohrs nur wenig, so muss dies doch für die ausfliessende Wassermenge und entsprechend die Stromgeschwindigkeit sehr bedeutsam sein. Berücksichtigt man, dass sich der Einfluss des aus dem Verticalrohr mit grösserer Geschwindigkeit austretenden Wassers der Berechnung entzieht und dass durch eintretende Luftblasen die Geschwindigkeit partiell sehr erhöht wird, so wird man kaum von einer bestimmt ausdrückbaren Stromgeschwindigkeit bei diesem Apparate reden können.

Bei dem von Noebel angegebenen und von Luhme gelieferten Apparate fand ich folgende Dimensionen:

Erster (kleinster Trichter), grösste innere Weite 42 mm, unterhalb 10 mm
Zweiter Trichter „ „ „ 77 „ „ 10 „
Dritter „ „ „ „ 117 „ „ 10 „
Vierter „ „ „ „ 153 „ „ 10 „

Die Wassermenge, welche nach der Wolffschen Methode in 40 Minuten durch den Apparat strömen soll, beträgt 9 Liter

oder pro Secunde 3750 cmm

und es würde dies, wenn das Wasser eine gleichmässige Geschwindigkeit während der 40 Minuten behielte, einer Stromgeschwindigkeit entsprechen pro Secunde, wenn hierbei die durch die raschere untere Bewegung mitgetheilte Geschwindigkeit nicht berücksichtigt wird:

Im ersten Trichter unterhalb	47,7	mm
oberhalb im weitesten Querschnitt	2,7	„
Zweiter Trichter unten	47,7	„
oben	0,80	„
Dritter Trichter unten	47,7	„
oben	0,349	„
Vierter Trichter unten	47,7	„
oben	0,204	„

Die Zuführungs- und Leitungsröhren haben einen geringern Durchmesser als 10 mm und ist die Geschwindigkeit unterhalb deshalb eine grössere und je nach dem Querschnitt dieser Röhren wechselnde.

Diese Zahlen modificiren sich in der Wirklichkeit, indem die grössere Geschwindigkeit des durch die engere Oeffnung eintreten-

den Wassers sich partiell mittheilt. Dazu kommt, dass bei dem bisher meist angewandten Verfahren die Druckhöhe des einfliessenden Wassers beständig abnahm und zu Anfang des Schlämmens die Geschwindigkeit hierdurch eine grössere sein musste, als bei der viel geringeren Druckhöhe am Ende desselben, und ergiebt sich, dass auch hier die Stromgeschwindigkeit in den verschiedenen Schlämmgläsern sich der Berechnung entzieht und nicht davon gesprochen werden kann, welche Stromgeschwindigkeit den Producten in den einzelnen Trichtern entspricht.

Kommt dazu noch eine etwaige Ungleichheit in den Dimensionen verschiedener Apparate, was sehr leicht eintreten kann, so erhellt, wie vorsichtig man sein muss, die Resultate derselben unmittelbar mit einander zu vergleichen. Die Zahlen, welche für den Soll-Inhalt der einzelnen Trichter angegeben werden und die sich fortlaufend wie 1 : 8 : 27 : 64 verhalten und deren Summe gleich 4 Liter sein soll, sind nicht hinreichend, um dadurch das Wesentliche zu bestimmen, denn der Inhalt kann offenbar bei sehr abweichendem Maximal-Querschnitt in Verbindung mit verschiedener Höhe derselbe bleiben, während bei der Verschiedenheit des Querschnitts die Stromgeschwindigkeit ebenfalls variiren und somit die Schlämmkraft abweichen muss. Der Apparat, wie er in Fresenius Lehrbuch der quantitativen Analyse abgebildet ist, muss auch bei gleichem Inhalte der Schlämmtrichter doch andere Resultate geben als der von Luhme gelieferte Noebelsche Apparat. In der Veröffentlichung über diesen Apparat im Januarheft (No. 1) der landwirthschaftlichen Zeitschrift für den Netzedistrict von 1862 findet sich betreff der räumlichen Verhältnisse nur die Angabe eines Maassstabes zu der Zeichnung desselben und wie wenig genau dies sein muss, liegt auf der Hand. Genaue Angaben über die Dimensionen sind nicht vorhanden und werden bei der Anfertigung nicht eingehalten und so können schon dieserhalb, abgesehen von der Unmöglichkeit, die Geschwindigkeit zu berechnen, die Resultate nicht genau vergleichbar sein. Es ist daher für die Ausführung der chemischen Analyse nothwendig, der mechanischen Untersuchung genauere Methoden resp. Apparate zu Grunde zu legen, mit denen sich exacte physikalische Methoden in Anwendung bringen lassen. Wenn man auch wesentliche Verbesserungen ein-

führt, z. B. wenn ein gleichmässiger Wasserstrom durch Herstellung eines gleichbleibenden Niveau im Wasserbehälter oder nach dem Vorschlage von E. Wolff durch Anwendung eines Hebers gewonnen wird, wenn ferner nur solche Apparate gebraucht werden, welche in den Schlämmtrichtern und Verbindungsröhren genau übereinstimmen, so sind doch keine brauchbaren Resultate mit dem Nöbelschen Apparate zu erwarten, wenn verlangt wird, dass die einzelnen Schlämmproducte in allen einzelnen Theilchen einer gewissen Fallgeschwindigkeit mit bestimmt angegebenen Grenzen entsprechen. Durch die mikroskopische Untersuchung der verschiedenen, durch diesen Apparat aus dem Saalelehm gewonnenen Schlämmproducte liess sich dies nachweisen:

In dem Schlämmproducte mit den gröbsten Gemengtheilen (aus dem zweiten Trichter) fand ich neben dem Sande von 0,1^{mm} Durchmesser noch Theilchen mit einem Durchmesser von 0,0017^{mm} 0,0027^{mm} 0,0034^{mm} 0,0069^{mm} 0,034^{mm}, in dem zweiten Schlämmproducte aus dem dritten Trichter waren neben einander Theile von 0,0017^{mm} 0,0138^{mm} 0,0207^{mm} 0,0217^{mm} 0,034^{mm} 0,0414^{mm} 0,0552^{mm} 0,068^{mm} Durchmesser. In dem dritten Schlämmproducte hatten sich zusammengefunden Theile von 0,0014^{mm} 0,0055^{mm} 0,0083^{mm} 0,0138^{mm} 0,0207^{mm} und 0,0275^{mm} Durchmesser und in dem letzten Schlämmproducte sah man neben den feinsten Theilchen noch solche von 0,011^{mm} 0,0207^{mm} 0,022^{mm} Durchmesser. Eine derartige Trennung ist unzweifelhaft nicht genügend.

In der allerneuesten Zeit ist das Princip des Schulzeschen Apparats wieder durch Müller in Stockholm zur Anwendung gekommen und scheint dieser Apparat im Vergleich zu dem frühern Schulzeschen den Vorzug zu verdienen. Bis jetzt ist von dem anfertigenden Mechanikus noch keiner geliefert worden und war es mir leider nicht möglich, die Brauchbarkeit desselben zu prüfen. Ich möchte auch hier darauf aufmerksam machen, wie nothwendig es ist, jeden Apparat hinsichtlich seiner Dimensionen genau auszumessen und denselben nur mit Rücksicht darauf zu benutzen, da die der Abbildung des neuen Müllerschen Apparates in den landwirthschaftlichen Versuchsstationen beigegebene französische Maassscala sehr von dem französischen Maasse abweicht. Die Dimensionen sind hierbei im Uebrigen genau vorgeschrieben.

Was überhaupt die für genaue Untersuchungen auszuführenden Schlämmanalysen betrifft, so wird man an die Methode den Maassstab eines exacten physikalischen Experimentes anlegen müssen und gewisse Weitläufigkeiten bei der Ausführung nicht scheuen dürfen. Man wird die Schlämmproducte so lange sondern müssen, bis die einzelnen Theile einer bestimmten Stromgeschwindigkeit oder einer bestimmten Fallgeschwindigkeit entsprechen und das Schlämmproduct unter diesen Verhältnissen constant bleibt. Damit dieses Postulat rascher erreicht wird, ist es zweckmässig, den Boden immer nur in geringen Mengen und so allmählig fortschreitend dem Wasserstrom zu exponiren, damit die verschiedenen Gemengtheile sich gegenseitig weniger beeinflussen. Die erste und hauptsächliche Trennung wird durch ein feines Sieb geschehen müssen und das durch das Sieb Gegangene lässt man, im Wasser vertheilt, ganz allmählig in den Wasserstrom einfliessen, um ihn so auf die einzelnen Partikeln in grösserer Zertheilung einwirken zu lassen. Die Trennung der feinsten Theile wird sich nach der Methode des Absatzes in ruhendem Wasser am sichersten ausführen lassen. Die chemische Analyse nimmt eine so bedeutende Zeit in Anspruch, dass es wohl gerechtfertigt ist, auch auf die Schlämmanalyse mehr Sorgfalt zu verwenden, als bisher geschehen ist. Wenn ich hierzu den Schlämmgläsern mit cylindrischen Wandungen den Vorzug gebe, so glaube ich dies hinreichend dadurch begründet zu haben, dass sich die Stromgeschwindigkeit des Wassers darin am genauesten berechnen lässt. Auch der Bennigsensche Apparat lässt eine genaue Berechnung der Stromgeschwindigkeit zu, wenn statt des dünnen Verticalrohres ein solches mit bedeutender lichter Oeffnung eingeführt wird, dessen lichter Querschnitt bei gleich bleibender Weite bis unten hin, von dem Querschnitte des übrigen Theiles vom Schlämmglase (Querschnitt des Schlämmglases abzüglich des Querschnitts vom Einführungsrohr) nicht erheblich abweicht und wenn man die Wassersäule in gleichbleibender Höhe, aber bei verschiedener Stromgeschwindigkeit zum Abschlämmen benutzt.

2. Die chemische Analyse.

Bereits in der Entwicklung über die Bedeutung der chemischen Bodenuntersuchung hat die Methode berührt werden müssen,

um den Werth davon für wissenschaftliche und practische Zwecke darlegen zu können. Von der einfachen Form, in welcher die Untersuchung durch Rückert im vorigen Jahrhundert vorgenommen wurde, ist die Bodenanalyse durch verschiedene Zwischenstufen bis zu der sehr complicirten Methode der Gegenwart ausgebildet worden, welche in ihrer Vollständigkeit zur Ausführung eine geraume Zeit erfordert. Der von E. Wolff in Hohenheim aufgestellte Entwurf der Bodenanalyse ist hierfür so entsprechend und erschöpfend, dass er mit wenigen Modificationen von der zur Prüfung erwählten Commission der Agriculturchemiker acceptirt und der Benutzung empfohlen ist, und die neueren Wolffschen Arbeiten über den Muschelkalk und bunten Sandstein Würtembergs zeigen, wie viel sich mit dieser Methode anfangen lässt.

Diese hervorragenden und eingehenden Wolffschen Untersuchungen deuten den Weg an, wie schon auseinandergesetzt, um durch die Analyse den Bestand unserer Bodenarten begründen zu können. Durch die Gesteine oder die verschiedenen Formationen, auf welche der Bestand unserer Böden hinweist, müssen dieselben auch erklärt werden und es wird sich hier durch eine ausführliche Untersuchung herausstellen, dass je nach dem Gestein oder der Formation eine weit grössere Gleichmässigkeit im Bestande da ist, als man nach den Analysen des oberflächlichen Bodens anzunehmen berechtigt ist. Die petrographische Gleichmässigkeit und Verschiedenheit der Formationen muss sich in den Bodenarten in gewisser Weise spiegeln und die Verschiedenheit, welche in derselben Gemarkung oft eine grosse ist, wird in ähnlicher Weise sich in andern Gemarkungen wiederfinden. Nur durch eingehende Specialuntersuchungen wird man hier weiter kommen und das Gleichartige in dem Wechsel ermitteln können. Um aber Vergleichungspuncte zu gewinnen, wird es nothwendig sein, dasjenige festzustellen, was im Boden als das Constanteste erscheint, und der Zersetzung und Auflösung am wenigsten unterworfen ist.

Untersuchen wir die Bestandtheile, welche durch die Verwitterung aus den Gesteinen aufgelöst werden und in dieser Form in die Gewässer, die Flüsse und Meere eintreten, ferner welche Verbindungen von den vegetabilischen und thierischen Organismen aufgenommen und dem Boden resp. dem Wasser entzogen werden, so

finden wir, dass hier überall die Thonerde fast vollständig (in Verbindung mit Kieselerde) zurückbleibt und nur ganz vereinzelt in Organismen eintritt. Die Verwitterung des Phorphyrs zu Kaolin und die Entfernung des Kali mit einem grossen Theil der Kieselerde, die Zusammensetzung der Aschenbestandtheile der Pflanzen und diejenige des Meerwassers, der Aufbau der Diatomeenpanzer aus Kieselerde, der Foraminiferen- und Molluskenschalen sowie der Korallenstöcke aus kohlensauren Erdalkalien und die Zersetzung der aus solchen Bildungen hervorgegangenen Gesteine, sowie vieles Andere beweisen die grosse Beweglichkeit vieler Bodenbestandtheile in Folge chemischer Einwirkung, welcher nur die Thonerde in ganz unbedeutendem Grade unterworfen ist, und die Zersetzungen der thonerdehaltigen Silikate des Bodens wirken, wie die Zersetzung des Phorphyrs zu Kaolin, auf die Isolirung der Thonerde in Verbindung mit Kieselerde hin. Abgesehen von den Einwirkungen von bewegtem Wasser oder bewegter Luft und mit Bezug auf die Einwirkungen chemischer Zersetzung stellt also die Thonerde das am meisten Constante im Boden dar.

Ihr Werth ist aber ein verschiedener in den unzersetzten Doppelsilikaten, welche in den gröberen Gemengtheilen vorkommen, und in der einfachen kieselsauren Verbindung der feinerdigen Gemengtheile, indem von der in letzterer Form vorkommenden Thonerde der Werth des Bodens mit seinen physikalischen Eigenschaften, Thätigkeit, Absorbtion, Gehalt an auflöslichen Nährstoffen u. s. w. wesentlich mit bedingt ist. Es erscheint deshalb wünschenswerth, die feinerdigen Gemengtheile nach einer bestimmten Methode abzuschlämmen und dieselben als den allerwichtigsten Theil in erster Linie einer genaueren Analyse zu unterwerfen. Es ist wahrscheinlich, dass man, wenn man die Bestandtheile dieser feinerdigen Abschlämmungen sowie das Löslichkeitsverhältniss bestimmt, man je nach Gestein resp. Formation und Verwitterungsgrad eine gewisse und entsprechende Constanz finden wird. Wenn man aber die Bestandtheile des Gesammtbodens nur auf den ganzen Boden berechnet, so wird bei der grossen Verschiedenheit in dem Gehalte an abschwemmbaren Theilen eine Analogie nicht gut gefunden werden können. Diese Vergleichung des Gehalts der in bestimmter Weise ermittelten feinerdigen Theile mit der darin vorkommenden

Thonerde wird voraussichtlich einen Maassstab für die Characteristik derselben abgeben und ist hier auch das Verhältniss der Kieselerde zu der Thonerde von besonderer Bedeutung. Nur durch Bestimmung dieses Verhältnisses wird man im Stande sein, den Begriff von Lehm genauer festzustellen.

Auch die gröberen Gemengtheile des Bodens tragen zur Ernährung mit bei und sind dafür nicht unwesentlich. Man hat in den Kalkgebirgen nicht selten Gelegenheit zu sehen, wie der Kalkstein durch die Einwirkung der Wurzeln aufgelöst wird, und die Versuche von Sachs betreffend die Einwirkung der Wurzel auf Marmorplatten sind in dieser Hinsicht sehr interessant. Diese gröbern Gemengtheile haben aber für die physikalischen Eigenschaften und die Ernährung einen so ganz andern Werth, dass sie in dieser Hinsicht mit den feinerdigen Gemengtheilen nicht verglichen werden können.

Aus dem Angeführten geht die Nothwendigkeit hervor, nur ganz bestimmte Methoden zur Untersuchung zu benutzen, und zwar bei allen Bodenarten, und es ist zu wünschen, dass dies bei den Agrikulturchemikern der verschiedensten Länder geschieht. Wenn durch einen internationalen Austausch der Ideen in Folge wiederholter Zusammenkünfte der Agriculturchemiker verschiedener Nationen mehr System und gleiche Methoden in die Untersuchungen gebracht werden könnten, so würden wir rascher vergleichbare Resultate bekommen und von den verschiedensten Stellen Beiträge erhalten zur Characteristik der Verwitterungsproducte unserer Erdrinde. Bei dem ungeheuren Umfange der hier zu vollziehenden Arbeiten ist ein vielseitiges gemeinschaftliches Arbeiten sehr wichtig. Die Methode der Analyse ist gewiss mit der von Wolff aufgestellten noch nicht abgeschlossen und es wird auch hier noch Neues hinzugefügt werden. Es ist aber von der grössten Bedeutung, dass eine von verschiedenen Seiten acceptirte Methode vorhanden ist, wodurch wir einer genauen Kenntniss des Bodens näher kommen, und ist sie viel vollkommener als die Schlämmanalyse, bei welcher bisher von einer wissenschaftlichen Genauigkeit noch nicht die Rede sein konnte.

Ich möchte empfehlen, die einer bestimmten Stromgeschwindigkeit entsprechenden feinerdigen Theile einer besondern und ge-

nauen chemischen Untersuchung zu unterwerfen, da wir in dem Endresultat der Verwitterung, der kieselsauren Thonerde, eine grössere Vergleichbarkeit finden müssen, als in den verschiedenen Feldspathen, Glimmer u. s. w., oder auch mit der Entstehung aus gewissen Feldspathen bestimmte Eigenthümlichkeiten zusammenhängen können. Die wichtigsten Bestandtheile der Bodenbildung verdienen auch die eingehendste Prüfung.

Fragt man, was gegenwärtig wichtiger ist für die Bodenuntersuchung, die Erfindung einer genaueren Methode der Phosphorsäurebestimmung im Boden oder diejenige Anwendung der vorhandenen analytischen Methoden auf die Bodenuntersuchung, wodurch es gelingt, das Gemeinsame in der Verschiedenheit der Bodenarten und die Abweichungen im Gleichartigen nachzuweisen und die Bodenarten naturwissenschaftlich zu characterisiren, so bin ich keinen Augenblick zweifelhaft, dass ich das letztere vorziehen würde. Die Verwerthung der bekannten Methoden ist augenblicklich das Wichtigste, die Bestimmung der constanten und nicht constanten Verhältnisse das Bedeutsamste, wozu man nur durch eine richtige Verbindung der mechanischen und chemischen Analyse gelangen kann.

Anhang.

Untersuchungen betreffend den Saalelehmboden bei Halle.

Wenn man die bewegende Kraft des Wassers in einem Stromgebiete als eine grossartige Schlämmarbeit auffassen kann, bei welcher je nach der Neigung des Bettes im oberen oder unteren Laufe des Stromes, der Nebenflüsse und Bäche, so wie je nach der grösseren oder geringeren Entfernung von dem Hauptstrombette in der Breite die Geschwindigkeit des Wassers und somit die bewegende Kraft sehr verschieden sind, so erhellt, dass die Absätze verschiedener Stellen sowohl in der Richtung der Strömung als innerhalb eines Thalbodenquerschnitts von einander sehr abweichen müssen. Da die Fortbewegung der gröberen oder feineren Beimengungen hier eine mehr zusammengesetzte Erscheinung ist, indem die Strömung nicht direct der Fallgeschwindigkeit im Wasser entgegenwirkt, wie bei den nach oben gerichteten Strömungen beim Abschlämmen durch die Apparate, sondern viele Gemengtheile durch eine gleitende Bewegung fortgeschoben werden, wobei die bewegende Kraft wie auf einen einarmigen Hebel bei stetiger Veränderung des Unterstützungspunktes wirkt, da ferner die bewegende Kraft der Strömung nach ihrer Stärke wie nach ihrer Richtung vielfach wechselt und die gegenseitige Beeinflussung durch Mittheilung oder Verzögerung der Geschwindigkeit hier in hohem Grade zur Erscheinung kommt, so muss das Resultat des Absatzes vielfach wechseln und abändern und die betreffenden Erscheinungen der Natur können nicht unmittelbar mit den Ergebnissen der Schlämmanalysen verglichen werden. Im oberen Laufe eines Flusses müssen bei abnehmenden Falle mehr die gröberen Theile, im untern Laufe mehr die feineren zum Absatz kommen und innerhalb der Thalbreite müssen in den Einbuchtungen, in welchen das Wasser eine

schwächere Strömung hat, die feinerdigen Theile sich mehr niederschlagen als im Gebiete der stärkeren Strömung. Je nach den Bodenarten und Formationen, welche im Stromgebiete liegen, müssen die Absätze natürlich verschieden sein und ebenso im Laufe der Zeit in demselben Stromgebiete, je nachdem mehr die einen oder die anderen Bodenarten und Formationen aus der einen oder andern Gegend Bestandtheile hergeben. So kann man in dem Saalelehm unterhalb Halle deutlich mehr rothbraune und mehr graubraune Absätze und in mehrfachem Wechsel von einander unterscheiden und die in dem rothbraunen Lehm vorkommenden Porphyrstücke deuten auf eine stärkere Mitwirkung des oberhalb vorkommenden rothen Porphyrs bei der Bildung dieses Absatzes hin. Weil jedoch die meisten Ueberschwemmungen und diejenigen, welche das meiste Material mit sich fortführen, die Wirkung mehr allgemeiner Ursachen sind, so findet man auch den Flusslehm, besonders die feineren Gemengtheile, in grösseren Erstreckungen ziemlich gleichartig und die Absätze lokaler Einwirkung treten dagegen zurück.

Der zur Untersuchung gezogene Saalelehm ist dem Bezirke der stärkeren Strömung bei Halle, in der Mitte zwischen der unterhalb gelegenen Ziegelei und dem Vorwerk Gimritz entnommen. Der Lehm wird dort in der Wiese abgestochen und in grösserer Menge zu Backsteinen verarbeitet, so dass eine 4—5′ hohe Lehmwand auf eine grössere Erstreckung übersehen werden konnte. Eine grössere Verschiedenheit konnte mit dem Auge nicht wahrgenommen werden. Dicht unter dem Rasen wurde ein senkrechter Streifen bis auf 2′ Tiefe abgestochen, etwa 1$^{c'}$ betragend, und zur Untersuchung aufbewahrt. Ich habe diesen Wiesenlehm dem Lehm des Ackerbodens vorgezogen, weil letzterer durch die häufige Düngung mit Braunkohlenasche und Abfällen der Stadt in der Zusammensetzung mit dem Anschwemmungsproduct zu wenig übereinstimmen muss. Der Boden wurde getrocknet, durch ein feines Sieb zertheilt und möglichst gut vermengt, worauf dann die Substanz zur Untersuchung abgewogen wurde. Die Wasserbestimmung des künstlich getrockneten und nachher dem Zutritte der Luft ausgesetzten Bodens ist zweimal gemacht, weil zweimal bei längerem Zwischenraum Substanz zur Ana-

lyse abgewogen werden musste. Der ganze Boden wurde dazu verwandt, weil er fast sämmtlich durch ein Sieb von 1 mm Maschenweite durchgeschlämmt werden konnte. 10gr Boden bei 100° C. längere Zeit im Luftbade stehen gelassen, trockneten ein bis auf 9,935gr = 99,35 % und sind alle Resultate der Analyse auf diesen trockenen Zustand berechnet. Ueber der Gasflamme bis zur vollständigen Verbrennung geglüht, verloren diese 9,935gr trockener Boden 0,4285gr = 4,303 % Glühverlust, bestehend in chemisch gebundenem Wasser und organischen Stoffen (Humus). 100gr Boden wurden zur Analyse genommen und in der Kälte 2 Tage mit 300ccm Salzsäure von 1,132 sp. G. unter wiederholtem Umschütteln stehen gelassen. Die Lösung wurde abgegossen, der Boden ausgewaschen und bis zur neutralen Reaction filtrirt, darauf die Lösung eingedampft, um die Kieselerde unlöslich zu machen, nachdem zur Oxydation des etwa vorhandenen Eisenoxyduls ein paar Tropfen Salpetersäure zugesetzt waren. Die trockene Masse wurde mit concentrirter Salzsäure angefeuchtet, dann wieder eingedampft, der Rückstand mit destillirtem Wasser, dem ein paar Tropfen Salzsäure zugesetzt waren, ausgekocht, die Lösung abfiltrirt, bis zur neutralen Reaction, und so die Kieselerde abgeschieden. Die Lösung wurde auf 1200ccm verdünnt und 1/5 (240ccm) entsprechend 20gr lufttrockenen Boden zur Kalk- und Magnesiabestimmung, 4/5 (960ccm) entsprechend 80gr Boden zur Alkalien- und Phosphorsäure-Bestimmung genommen. Ich will gleich bemerken, dass als die Chloralkalien von Salmiak fast getrennt waren, die Porcellanschaale verunglückte und zu dieser Bestimmung deshalb eine andere Portion Boden genommen werden musste. Um aus der ersten Portion Lösung Thonerde, Eisenoxyd mit der Phosphorsäure abzuscheiden, wurde mit kohlensaurem Natron beinahe neutralisirt und kochend heiss mit einem Ueberschuss von essigsaurem Natron versetzt und der Niederschlag, bestehend aus den genannten 3 Verbindungen, rasch heiss abfiltrirt und mit kochend heissem Wasser ausgewaschen. In dem Filtrate wurde zuerst in einer Probe durch Zusatz von unterchlorigsaurem Natron unter Erhitzen bestimmt, ob Mangan zugegen sei, und da dies nicht der Fall, die Essigsäure durch Ammoniak neutralisirt und in der Hitze durch oxalsaures Ammoniak der Kalk abgeschieden. Der weisse Niederschlag, be-

stehend in oxalsaurer Kalkerde wurde auf einem möglichst kleinen Filter von schwedischem Papier abfiltrirt, getrocknet, geglüht und nach Zusatz von etwas kohlensaurem Ammoniak noch einmal schwach geglüht, dann bis zur Abkühlung über Chlorcalcium stehen gelassen und im Porcellantigel gewogen, dessen Gewicht nach dem Glühn und Erkalten in ähnlicher Weise vorher bestimmt war. Die Differenz wurde als kohlensaurer Kalk berechnet und so der Kalkgehalt gefunden. Das Filtrat wurde zur Abscheidung der Magnesia durch Eindampfen etwas concentrirt und unter Zusatz von Ammoniak mit einer hinreichenden Menge von phosphorsaurem Natron versetzt und 24 Stunden in der Kälte stehen gelassen, worauf sich die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia als ein krystallinisches Pulver abgesetzt hatte. Das Salz wurde abfiltrirt, mit ammoniakalischem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen und als pyrophosphorsaure Magnesia mit 36 % Magnesia in Rechnung gebracht.

Die andere Portion der salzsauren Lösung, entsprechend 80^{gr} Boden, wurde zur Abscheidung der Phosphorsäure mit Eisenoxyd und Thonerde mit kaustischem Ammoniak im Ueberschuss und in der Wärme behandelt und der voluminöse Niederschlag abfiltrirt und mit kochend heissem Wasser ausgewaschen. Um Eisenoxyd und Thonerde von einander zu trennen, wurde der Niederschlag in Salzsäure aufgelöst und die Lösung mit einer hinreichenden Quantität von schwefligsaurem Natron gekocht, bis die Lösung fast farblos geworden und der Geruch nach schwefliger Säure völlig verschwunden war. Darauf wurde in essigsaurer Lösung kochend heiss mit essigsaurem Natron gefällt, die Thonerde mit der Phosphorsäure von dem gelösten Eisensalze abfiltrirt und mit gleich heissem essigsäurehaltigem Wasser ausgewaschen. Der Niederschlag wurde auf dem Filter in Salpetersäure gelöst und mit einer sauren und verdünnten Lösung von molybdänsaurem Ammoniak im Ueberschuss versetzt und 48 Stunden in mässiger Wärme auf dem Wasserbade stehen gelassen. Der gelbe Niederschlag wurde abfiltrirt und mit einer sauren und verdünnten Lösung von dem genannten Salze ausgewaschen, darauf der Niederschlag durch Ammoniak auf dem Filter gelöst, die Lösung mit Salmiak und schwefelsaurer Magnesia versetzt und so die Phosphor-

säure als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia abgeschieden, abfiltrirt, getrocknet, geglüht, gewogen und wie oben berechnet und zwar im Verhältniss zu dem bei 100° getrockneten Boden.

Wie schon bemerkt, musste zur Bestimmung der in kalter Salzsäure löslichen Alkalien noch eine Portion Boden mit dieser Säure extrahirt werden und wurde deshalb die Wasserbestimmung des dazu genommenen Bodens noch einmal gemacht. Der Verlust des bei 100° getrockneten Bodens betrug auf 10^{gr} $0{,}1935^{gr}$ oder auf 100 Theile 1,935 Theile. 150^{gr} Boden wurde 2 Tage lang mit 450^{ccm} kalter Salzsäure von dem oben angegebenen specifischen Gewichte unter öfterem Umschütteln behandelt und von der klaren Lösung 275^{ccm} abgenommen (entsprechend $91{,}666^{gr}$ Boden und $89{,}893^{gr}$ bei 100° getrockneten Boden) und wie oben zur Abscheidung der Kieselerde eingedampft. Der Rückstand wurde mit Wasser unter Zusatz von ein paar Tropfen Salzsäure ausgekocht, die Lösung abfiltrirt und in der Wärme mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak versetzt und längere Zeit damit behandelt, der Niederschlag abfiltrirt und mit kochend heissem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat wurde zur Trockene verdampft, zum Austreiben der Ammoniaksalze weiter erhitzt und in einem Platintigel schwach geglüht, um die Ammoniakverbindungen vollständig zu entfernen. Der geglühte Rückstand wurde mit einer concentrirten Lösung von Oxalsäure versetzt, darauf eingedampft und die trockene Masse im Platintigel geglüht, dieselbe dann mit etwas Wasser ausgekocht, das Ungelöste abfiltrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen, die Lösung mit Salzsäure im Ueberschuss versetzt, eingedampft, die trockene Masse schwach geglüht und gewogen. Sie ergab den Gehalt an Alkalien in Verbindung mit Chlor.

Der bei 100° getrocknete Saalelehm ergab, nach dieser Methode untersucht, folgende Resultate:

Organische Substanz und chemisch gebundenes Wasser		4,303 %
Löslich in der dreifachen Menge kalter Salzsäure von 1,132 specifischem Gewicht	12,90	
mit		
Alkalien in Verbindung mit Chlor . . .		0,197
Kalkerde		3,381
	Latus: 12,90	

	Transport: 12,90	
Magnesia		1,026
Phosphorsäure		0,084
Unlöslich	87,10	
	100,00	

Die Abschlämmungen mit dem Nöbelschen und dem Bennigsenschen Apparate ergaben folgende Resultate, wobei die getrockneten Schlämmproducte in procentischem Verhältniss zu dem trocknen Saalelehm berechnet sind.

Nöbelscher Apparat.

1. Schlämmmassse aus Trichter II (Sand) . .	46,1
2. „ „ „ III	28,0
3. „ „ „ IV	10,5
4. Thoniger Absatz durch den Apparat geschlämmt nebst Verlust und im Wasser aufgelöst . .	15,4
	100,0

Bennigsenscher Apparat.

1. Rückstand nach dem Schlämmen im Schlämmglase	2,38
2. Abfluss der untersten Oeffnung	15,53
3. „ „ zweiten „	1,19
4. „ „ dritten „	3,57
5. „ „ vierten „ nebst Verlust und im Wasser gelöst	77,33
	100,00

Druck von J. Dräger's Buchdruckerei (C. Feicht) in Berlin.